

# الضوء في تجارب

في سبيل ثقافة علمية هادفة للاطفال

تصدر

دائرة ثقافة الاطفال

ثلاث سلاسل من الكتب العلمية للاطفال والاحداث

● السلسلة الاولى بعنوان ( صديقنا الطبيعة ) وهي موجهة للاطفال بعمر ٧ - ٨ سنوات وصدر منها ستة كتب هي :

- |                          |                        |
|--------------------------|------------------------|
| ١ - الحيوانات في الطبيعة | ٤ - الهواء في الطبيعة  |
| ٢ - النباتات في الطبيعة  | ٥ - الماء في الطبيعة   |
| ٣ - الصخور في الطبيعة    | ٦ - المعادن في الطبيعة |

● السلسلة الثانية بعنوان ( حكايات رائد ) وهي موجهة للاطفال بعمر ٩ - ١٠ سنوات وصدر منها ستة كتب هي :

- |                  |                  |
|------------------|------------------|
| ١ - رائد والقمر  | ٤ - رائد والشمس  |
| ٢ - رائد والغذاء | ٥ - رائد والنخيل |
| ٣ - رائد والآلات | ٦ - رائد والنفط  |

● السلسلة الثالثة بعنوان ( نتعلم من التجربة ) وهي موجهة للاحداث بعمر ١١ - ١٢ سنة وصدر منها ستة كتب هي :

- |                       |                       |
|-----------------------|-----------------------|
| ١ - الهواء في تجارب   | ٤ - الحواس في تجارب   |
| ٢ - الماء في تجارب    | ٥ - الكيمياء في تجارب |
| ٣ - الكهرباء في تجارب | ٦ - الضوء في تجارب    |

ترقبوا صدور كتب اخرى في هذه السلاسل العلمية الثلاث .

الجمهورية العراقية - وزارة الثقافة والاعلام - دائرة ثقافة الاطفال - مكتبة الطفل

الناشر : دائرة ثقافة الاطفال - ص . ب ١٤١٧٦ بغداد

ثمن النسخة داخل العراق ٥٠ فلساً عراقياً

وخارج العراق ١٥٠ فلساً عراقياً أو ما يعادلها



# الضوء في تجارب

تأليف : كامل أدهم الدباغ



رسوم : سهام كوركيس  
تصوير : ناصر عبد الحنين



## الضوء في الطبيعة وفي الحياة



الأيام في المستقبل . ولكننا لن نتركك تنتظر حتى ذلك اليوم . بل نشرح لك ، في إحدى تجارب هذا الكتاب ، كيف تستطيع أن تحصل بنفسك على قوس قزح .

أما إذا أردت أن تعرف مم يتكوّن قوس قزح وكيف يتكوّن ؟ فإنّ عليك أن تعرف قبل ذلك الكثير عن الضوء وعن خصائص الضوء . فقوس قزح ما هو إلا ظاهرة ضوئية تحدث في السماء . ولا يمكن أن تفهم هذه الظاهرة ما لم تتعرف على بعض خصائص الضوء نفسه .

هل صادف أن شاهدت في يوم من الأيام (قوس قزح) في السماء . إنه ، بحق ، مشهد رائع وجميل !

الأرجح أنك شاهدت هذا القوس . وربما شاهدته أكثر من مرّة . إنه قوس كبير ملوّن يظهر أحياناً في الأيام الممطرة ، عندما يكون المطر منهراً من امامك وتكون الشمس مشرقة من خلفك .

وإذا كنت لم تُشاهد قوس قزح حتى الآن ، فذلك ولا شكّ خسارة لمُتعة كبيرة ، من حقّك أن تأسف عليها . ولعلّك تُشاهده في يوم من

— مكتبة الطفل —  
دائرة ثقافة الأطفال  
وزارة الثقافة والإعلام  
الجمهورية العراقية



السلسلة  
العالمية  
١٨

نتعلم من التجربة ٦

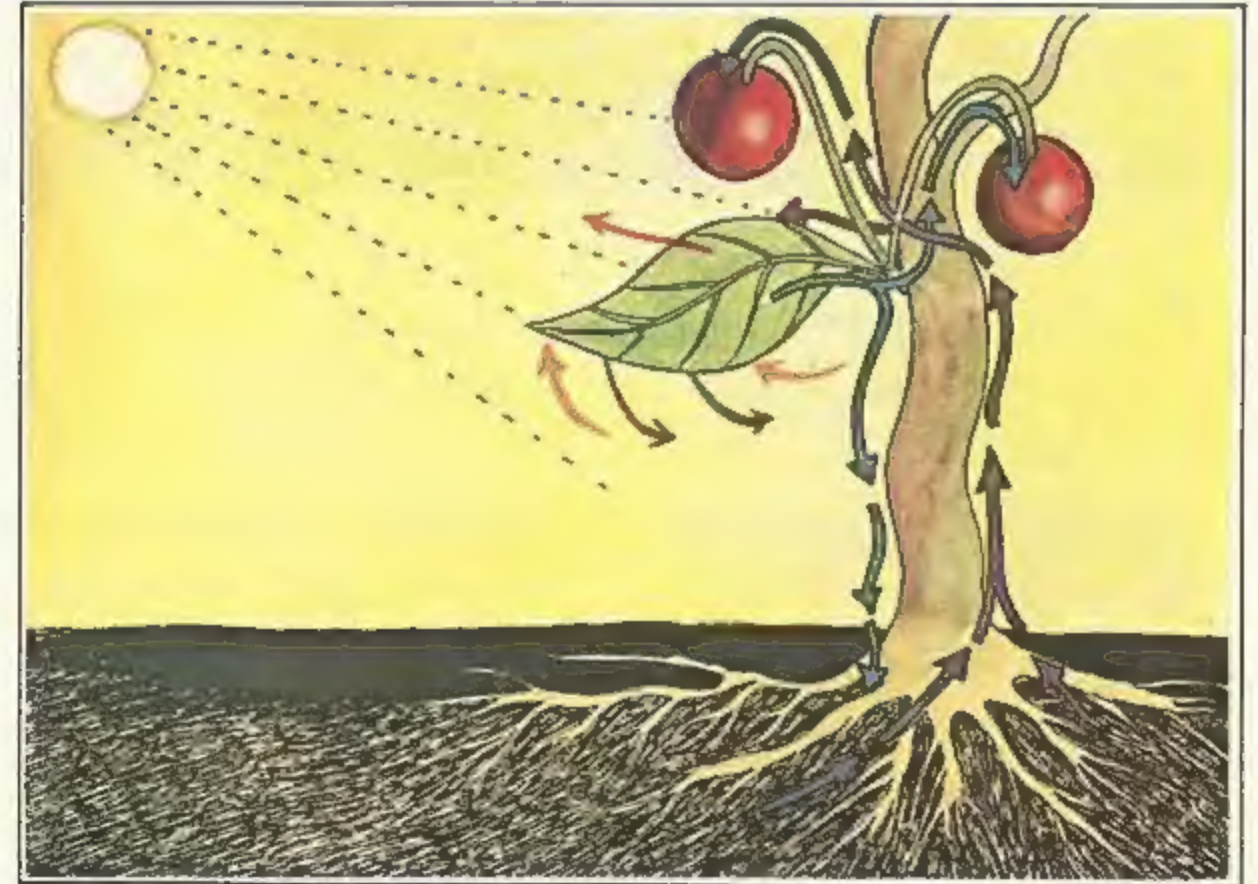


بدون ضوء الشمس . فهذه النباتات تحتاج الى ضوء الشمس لانتاج غذائها في العملية التي تسمى (عملية التركيب الضوئي)

وإذا كان الضوء بهذه الأهمية في الطبيعة وفي الحياة فليكن ثريد أن نعرف الكثير عنه وعن خصائصه . وليس أفضل لتحقيق ذلك من التجارب العملية التي تقوم بها بنفسك . والتي تساعدك على اكتشاف الكثير من الحقائق العلمية التي تبحث عنها عن الضوء .

ولكن الضوء لا يعني فقط (قوس قزح) . وهو لا يعني فقط الظواهر الأخرى التي تحدث في الطبيعة . بل هو أكثر من ذلك وهو يعني الكثير بالنسبة للإنسان وبالنسبة لبقية الكائنات الحية من حيوانات ونباتات .

نحبل فقط كيف يمكن أن تكون حياتنا لو كنا نعيش في ظلام دائم . وتذكر فرحة الطيور وهي تنطلق مفردة مع أولى إشعاعات الضوء في الصباح . وحتى النباتات الخضراء فلا حياة لها

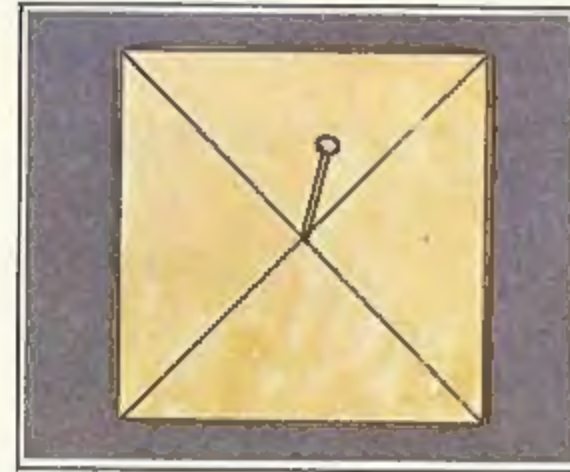


وقد شرحنا لك عزيزي القارئ في هذا الكتاب مجموعة من التجارب الضوئية البسيطة التي نعتقد بأنك تستطيع القيام بها بنفسك وبأجهزة بسيطة يسهل عليك الحصول عليها أو عملها . حاول إجراء هذه التجارب واستخلص ما تستطيع استخلاصه منها من معلومات . ثم واصل بعد ذلك تجاربك ودراساتك عن الضوء في مصادر أخرى . فعرفة الضوء لا تنتهي عند مجموعة واحدة معينة من التجارب أو عند كتاب واحد معين .





ضعْ على إحدى جهتي المجموعة شمعة مشتعلة. أنظرْ إلى الشمعة من الجهة الثانية للمجموعة ومن خلال الثقوب الموجودة في البطاقات. إذا لزم الأمر فحركْ البطاقات قليلاً من

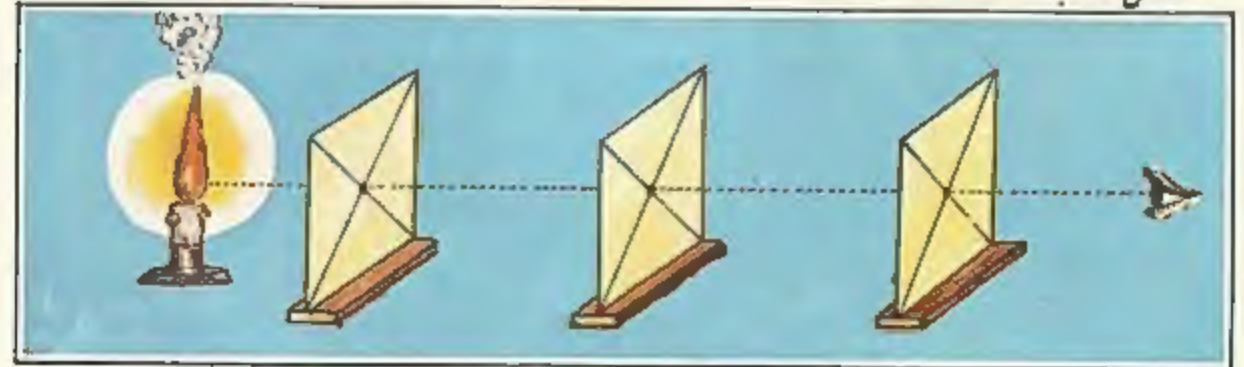


شكل ١-أ

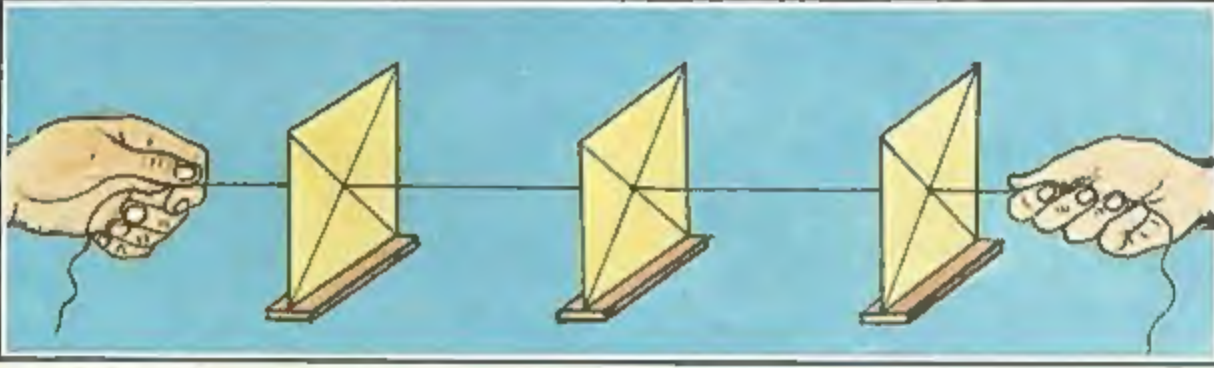
خذ ثلاث بطاقات من الورق السميك وثبتها على قاعدة من القلن أو من الخشب بحيث يُمكن إبقائها على المُنضدة في وضع رأسي، ثم انقبها بدبوس بحيث تكون الثقوب في البطاقات الثلاث على ارتفاع واحد من سطح المنضدة. ويُمكنك لهذا الغرض وضع البطاقات فوق بعضها وثبتها في آن واحد. أو ارسم قطري كل بطاقة، إذا كانت البطاقات متساوية، واثقها من نقطة تقاطع القطرين (شكل ١-أ)

ضع البطاقات الثلاث فوق سطح المنضدة بحيث تكون على استقامة واحدة وبحيث تكون أوجُها متقابلة (شكل ١-ب)

شكل ١-ب



موضِعها إلى أن تستطيع رؤية لهب الشمعة. والآن، ومن دون أن تحرك البطاقات، أدخل خيطاً أو سلكاً رقيقاً من الثقوب وشده من طرفيه حتى يصبح على شكل خط مستقيم (شكل ١-ج)

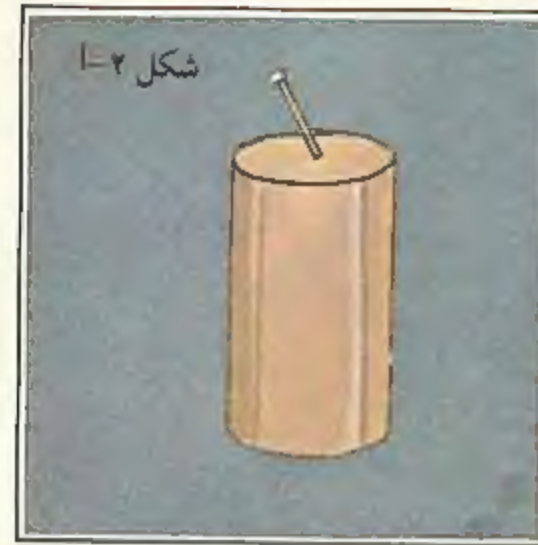


شكل ١-ج





## تجربة (٢) صورة مقلوبة للشعلة :

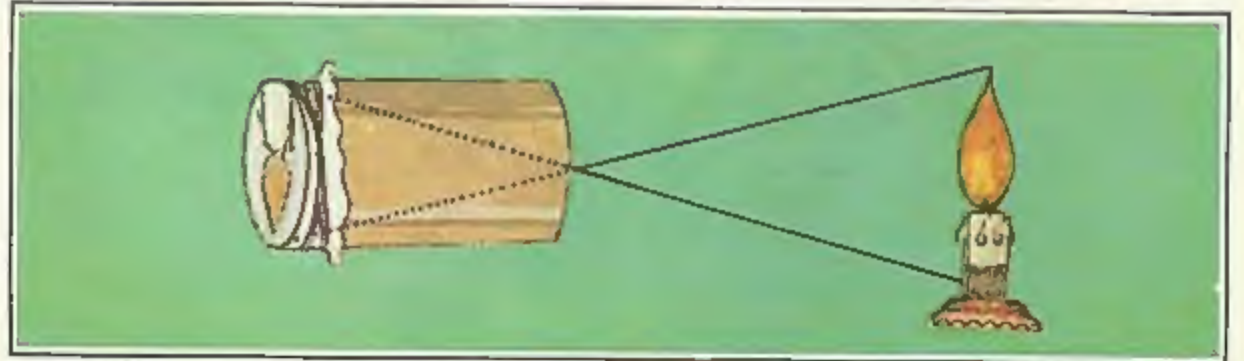


وهذه تجربة أخرى تؤكد لك أيضاً بأن الضوء يسير بخطوط مستقيمة. وتحتاج لإجراء هذه التجربة إلى علبة فارغة متوسطة الحجم من العلب المتوفرة لديك في البيت مثل علب الحليب أو علب القهوة. وعند عدم توفرها يمكنك عمل علبة ماثلة من الورق السميك المتوفر لديك.



أغلب قاعدة العلبة من وسطها بدبوس أو مسبار رفيع جداً (شكل ٢ - أ) ثم عَطَّ فتحة العلبة بقطعة من الورق نصف الشفاف أو من المناديل الورقية الخفيفة. ويمكنك أيضاً استعمال ورقة عادية بيضاء بعد مسحها بالزيت لتصبح نصف شفافة (شكل ٢ - ب)

أشعل شمعة وثبتها في صحن فوق سطح المنضدة، ثم ضع العلبة في مواجهة الشمعة بحيث تكون القاعدة المثقوبة من العلبة مقابل



شكل ٢-ج



الشمعة ثم انظر إلى الجهة الثانية من العلبة المغطاة بالورقة نصف الشفافة. هل تشاهد صورة الشمعة على هذه الورقة؟ وهل هي صورة مقلوبة؟ (شكل ٢ - ج)

لاحظ الآن مسار الأشعة الصادرة من الشمعة والمارّة من خلال الثقب. هل كان يمكن أن تكون الصورة مقلوبة لو لم تكن هذه الأشعة قد سارت بخطوط مستقيمة؟ ألا يؤكد لك ذلك مرة أخرى بأن الضوء يسير بخطوط مستقيمة.

إذا لم تكن الصورة واضحة حرك العلبة إلى أمام أو خلف إلى أن تظهر الصورة. ويُفضل إجراء التجربة في غرفة مظلمة لتكون صورة الشمعة أكثر وضوحاً. هل تأكدت الآن بأن الصورة مقلوبة!



### تجربة (٣) الظل وشبه الظل :



شبه الظلال ، وسوف يتضح لك أيضاً أن تكون الظلال وتكون شبه الظلال هو تأكيد آخر على أن الضوء يسير بخطوط مستقيمة .  
ونحتاج لإجراء هذه التجربة إلى مصدر ضوء قوي ، وبممكنك لهذا الغرض استعمال المصباح الكهربائي اليدوي . ونحتاج أيضاً إلى جسم اسطواني مثبت على قاعدة من الفلين أو الخشب وبممكنك استعمال قلم الرصاص لهذا الغرض بحيث يكون القلم في وضع رأسي .

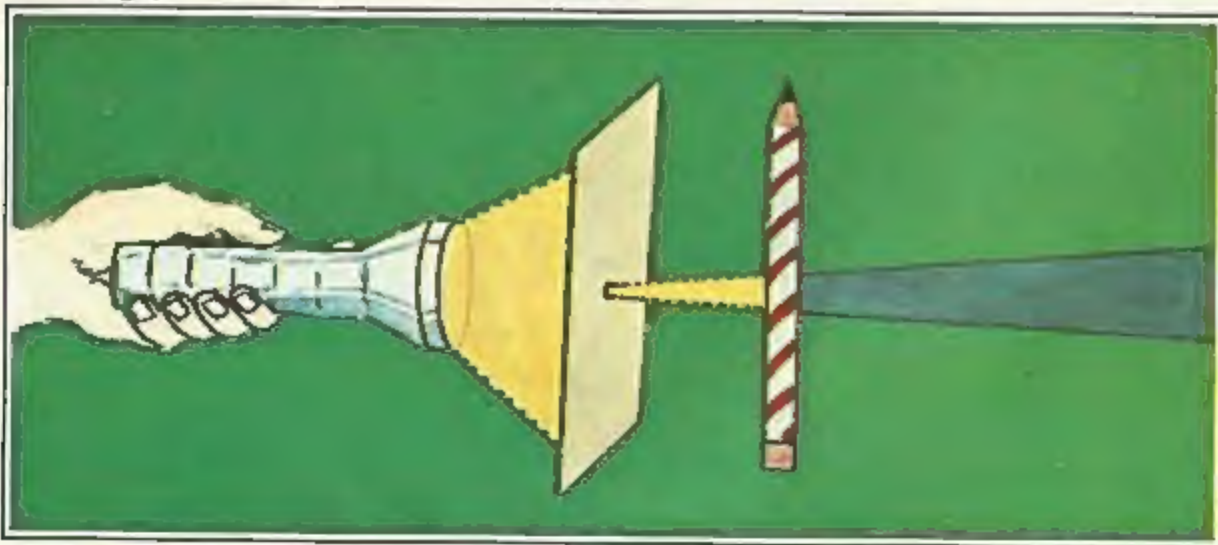
أنت لاشك ، على معرفة جيدة بظاهرة الظلال . ففي النهار ونحت ضوء الشمس نستطيع ملاحظة ظل جسمك على الأرض وقس على ذلك ظلال الأجسام الأخرى كالأشجار والأعمدة والأبنية وغيرها .

وفي الليل يمكنك أيضاً ملاحظة الظلال تحت ضوء القمر أو ضوء المصابيح التي تستعملها (شكل ٣-أ) . وفي هذه التجربة سوف تعرف بصورة أدق على ظاهرة الظلال وظاهرة

ضع ورقة بيضاء على سطح المنضدة ثم ضع القلم المثبت على القاعدة فوق الورقة . وجه الضوء من المصباح إلى القلم . ولاحظ الظل المتكون على الورقة . هل لاحظت المنطقة الشديدة السواد ؟ هذه المنطقة هي الظل . وهل لاحظت على جانبيها منطقة أخرى أقل سواداً ؟ هذه المنطقة هي شبه الظل .  
ضع الآن حاجزاً من الورق السميك بين المصباح الكهربائي والقلم وثقب في الحاجز ثقباً صغيراً ، قطره أقل من عرض القلم . ولاحظ الظل المتكون في هذه الحالة . هل توجد الآن منطقة لشبه الظل ؟ ولماذا اختفت منطقة شبه الظل (شكل ٣-ب)



شكل ٣-أ

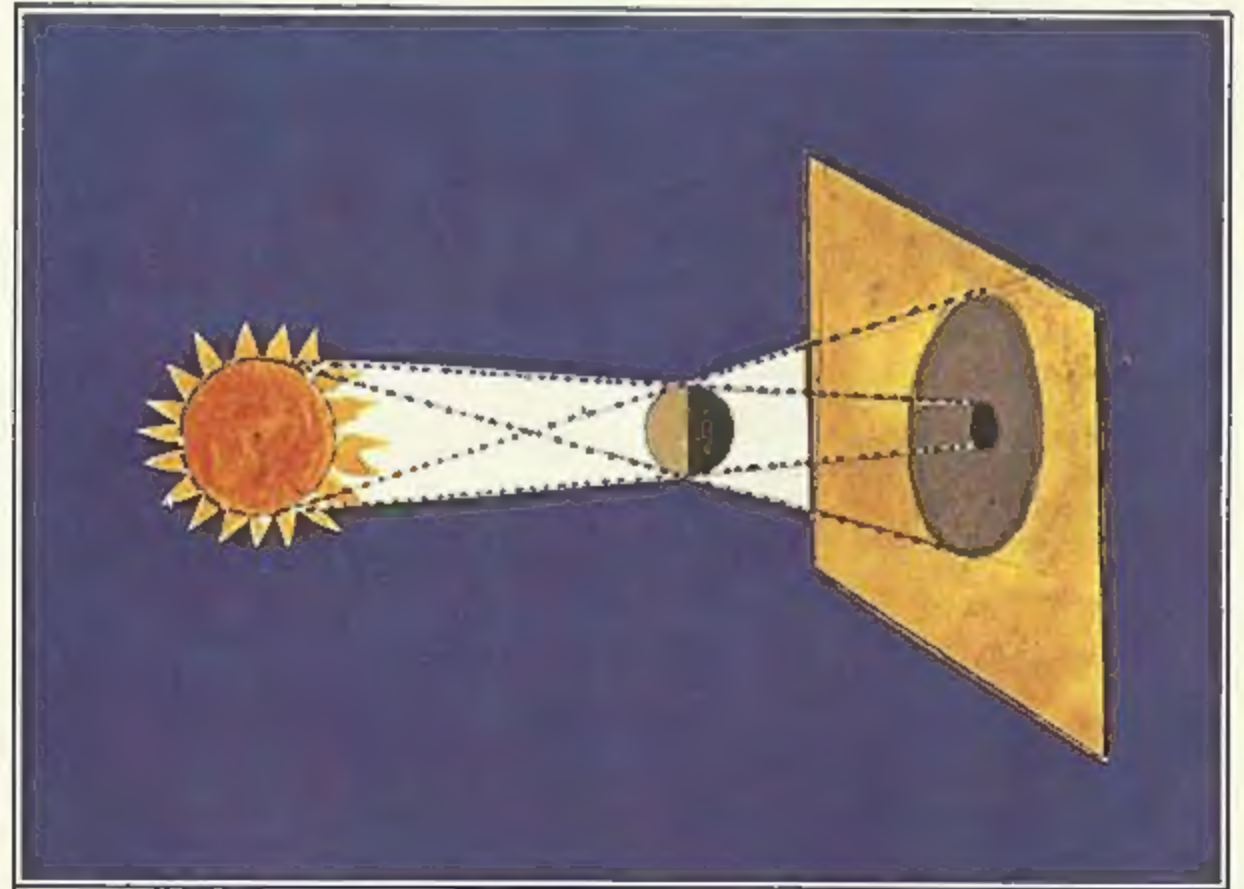


شكل ٣-ب



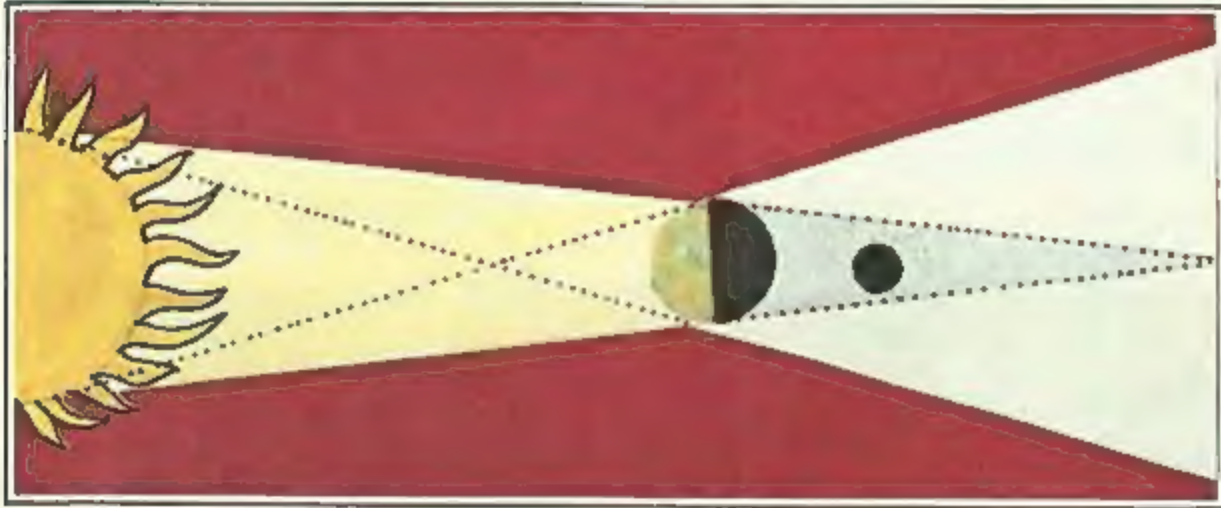
لعلك قد استتجت من هذه التجربة بأن مصدر الضوء إذا كان أكبر من الجسم ، ففي هذه الحالة يتكون للجسم ظلٌ وشبه للظل . أما إذا كان مصدر الضوء أصغر من الجسم فيتكون للجسم ظلٌ فقط ولا يتكون له شبه ظل . هل يعني ذلك أن الضوء يسير بخطوط مستقيمة ؟ لاحظ الشكل (٣-٤) وسوف يتضح لك سبب تكون شبه الظل عندما يكون مصدر الضوء كبيراً بالنسبة للجسم . ففي هذه الحالة

تضاء منطقة شبه الظل بجزء من المصدر الضوئي المقابل لها .  
يُمكّنك إجراء هذه التجربة في النهار تحت ضوء الشمس وسوف تلاحظ ، بكل تأكيد ، الظل وشبه الظل . وأنت تعلم ، بأن الشمس في الواقع ، كبيرة جداً وهي أكبر من جميع الأجسام التي نعرفها على سطح الأرض . ولذلك تتكون لهذه الأجسام تحت ضوء الشمس مناطق ظل ومناطق شبه الظل .

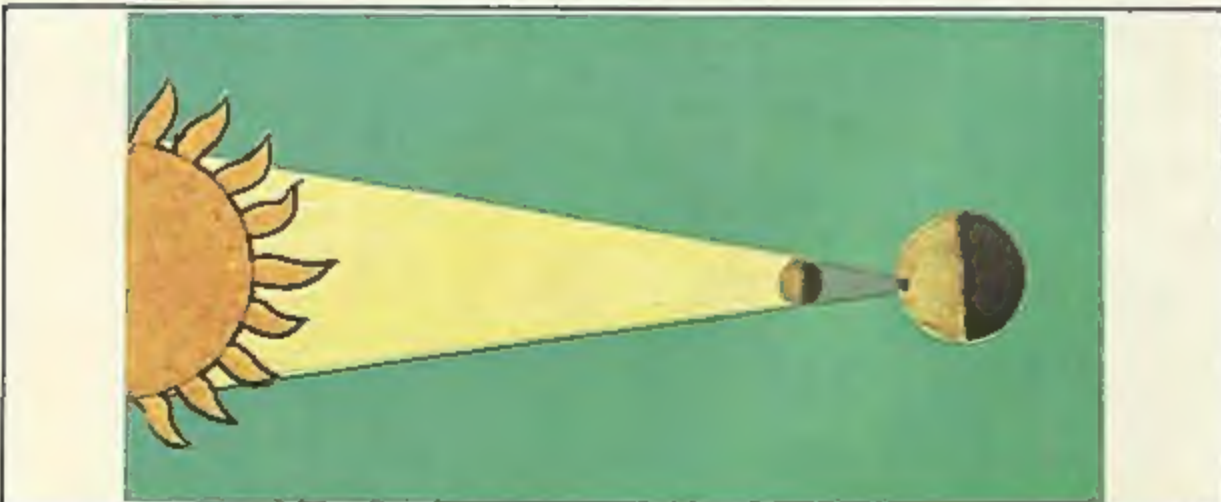


شكل ٣-ج

ولابد أنك قد شاهدت أو سمعت بظاهرة الخسوف وظاهرة الكسوف فهاتان الظاهرتان هما أيضاً نتيجة لظاهرة الظلال .  
فظاهرة خسوف القمر تحدث عندما يمر القمر في منطقة ظل الكرة الأرضية (شكل ٣-د) . وأنت تعلم بأن القمر يدور حول الكرة الأرضية ويحدث ، خلال دورانه بين فترة وأخرى ، أن يمر في ظل الأرض فيحتجب عنه ضوء الشمس وتحدث بذلك ظاهرة الخسوف .  
أما ظاهرة كسوف الشمس فتحدث عندما يمر القمر بين الشمس والأرض ويسقط ظله على الأرض وعندئذ تحتجب الشمس عن ذلك الجزء من الأرض فتحدث ظاهرة الكسوف (شكل ٣-هـ)



شكل ٣-د



شكل ٣-هـ



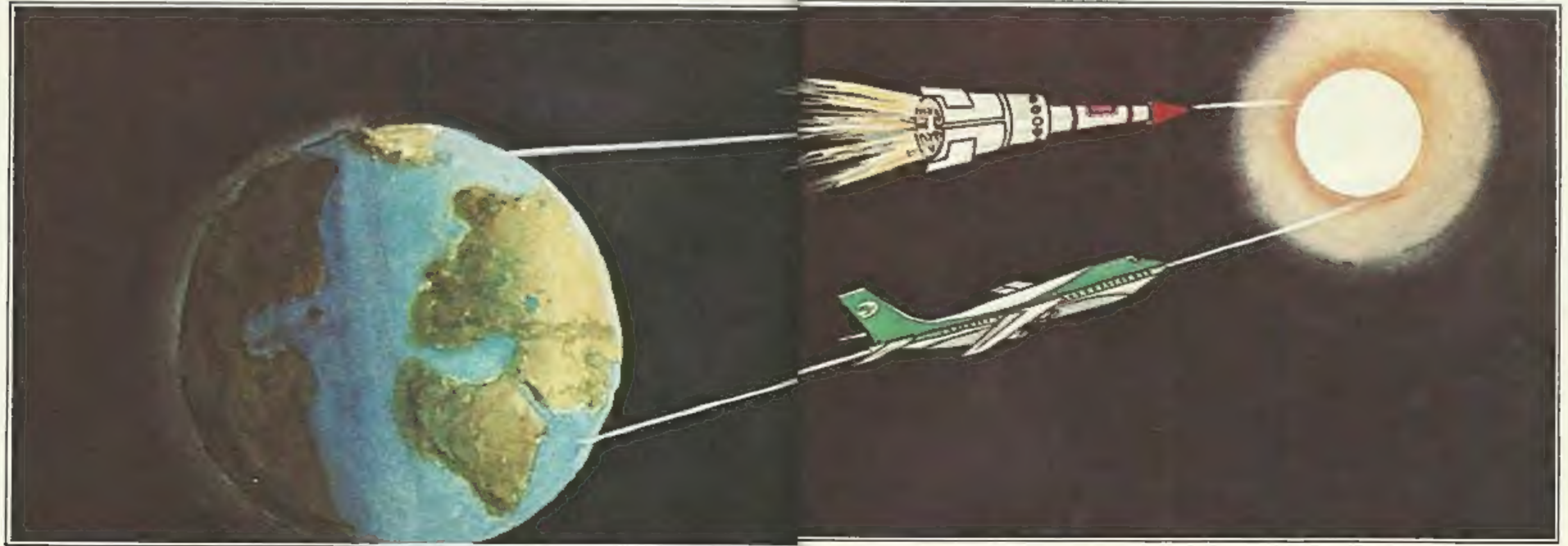
عَرَفْتِ من التجارب السابقة شيئاً عن انتشار الضوء بخطوط مستقيمة ، فلعلك تُريد أن تعرف ما هي السرعة التي يسير بها الضوء ؟ وأنت تعرف ، ولا شك ، أن الضوء يسير في الواقع بسرعة كبيرة جداً . هل لاحظت مثلاً كيف أن الضوء ينتشر في الغرفة بسرعة مذهلة وذلك بعد إشعال المصباح مباشرة . وهل لاحظت خلال حدوث العواصف الرعدية كيف أن ضوء البرق يصلنا قبل وصول صوت الرعد بفترة كبيرة نسبياً على الرغم من أننا نعلم بأن البرق والرعد يحدثان في السحب في آن واحد . مع العلم أن الصوت نفسه يسير بسرعة كبيرة . فالصوت يسير في الهواء بسرعة مقدارها حوالي ٣٤٠ متراً في كل ثانية . ألا أن الضوء أسرع من ذلك بكثير . فسرعة الضوء هي حوالي ٣٠٠ ألف كيلومتر في الثانية .

وفي حين أن الصوت لا ينتقل إلا في وسط مادي فهو لا ينتقل في الفراغ فإن الضوء يستطيع الانتقال في الفراغ كما أنه ينتقل أيضاً في بعض

الأوساط المادية وتسمى الأوساط الشفافة وهي الأوساط التي تسمح بمرور الضوء . وأنت تعلم أن الضوء يصل إلينا من الشمس ومن النجوم الأخرى البعيدة عنا على رغم الفراغ الذي يفصلها عن الكرة الأرضية .

ويستغرق الضوء للوصول من الشمس إلى الأرض حوالي ثمان دقائق وربع الدقيقة ، علماً بأن المسافة من الشمس إلى الأرض تبلغ ١٥٠ مليون كيلومتر . ولو فرضنا - وهو مجرد فرض - بأن

سيارة اعتيادية استطاعت الوصول من الأرض إلى الشمس بسرعة ١٠٠ كيلومتر في الساعة فسوف تستغرق لأكمال هذه السفرة مدة ١٧٥ سنة . ولو استطاعت طائرة الوصول من الأرض إلى الشمس بسرعة ١٠٠٠ كيلومتر في الساعة فسوف تستغرق رحلتها هذه ١٧٥ سنة . أما الصواريخ التي تسير بسرعة ٢٥ ألف كيلومتر في الساعة فإنها تحتاج إلى ثمانية شهور لأكمال هذه السفرة . فتأمل مدى السرعة الهائلة للضوء .





## انعكاس الضوء

تجربة (٤) - كيف نستطيع رؤية الأشياء التي وراء الحواجز؟



في التجارب السابقة عرفت كيف أن الضوء ينتشر ويسير بخطوط مستقيمة. ومعنى ذلك أنك عادة لا تستطيع رؤية الأشياء التي تفصلك عنها حواجز معينة لا ينفذ منها الضوء. ومع ذلك فسوف نستطيع في هذه التجربة عمل جهاز أو ناظور يُمكنك من رؤية الأشياء التي تقع وراء الحواجز.

ونحتاج لعمل هذا الناظور إلى مرآتين من المرايا الاعتيادية التي نسميها المرايا المستوية. ونحتاج كذلك إلى أنبوبة عرضها يساوي عرض المرآة التي نستعملها.

أما طول الأنبوبة فحسب رغبتك وحسب ارتفاع الحاجز الذي تريد أن تنظر من ورائه.

تثبت المرآتين المستويتين قرب نهايتي الأنبوبة كما في (شكل-٤)، بحيث تكون المرآتان متقابلتين ومائلتين بزاوية مقدارها ٤٥ درجة.

اعمل فتحة في كل طرف من طرفي الأنبوبة مقابلة لوجه المرآة المثبتة في ذلك الطرف.

أمسك الناظور في وضع رأسي أمام الجدار أو الحاجز الذي تريد النظر من ورائه بحيث تمرز نهايته العليا فوق الحاجز وبحيث تكون الفتحة متجهة إلى الأمام. وانظر خلال المرآة في الطرف الآخر. الآن تستطيع الآن رؤية الأشياء الموجودة وراء ذلك الحاجز.



شكل ٤

لعلك قد لاحظت بأن أساس عمل هذا الناظور هو ظاهرة انعكاس الضوء. فصورة الأشياء الموجودة أمام المرآة العليا تنعكس إلى المرآة الموجودة في الطرف الأسفل ثم إلى العين. وإذا لم تتوفر لديك في البيت أنبوبة مناسبة لهذا الناظور أمكنك عمل أنبوبة بنفسك من الورق السميك أو من صفيحة معدنية. ويمكنك أن تجعل مقطع الأنبوبة دائرياً أو مربع الشكل. يستعمل في الغواصات ناظور مماثل تقريباً لرؤية الأشياء الموجودة على سطح الماء عندما تكون الغواصة غاطسة في الماء.





## تجربة (٥) - كيف نحصل على صور عديدة لجسم واحد؟

عندما نضع جسمًا ما أمام مرآة مستوية اعتيادية فسوف تكون لهذا الجسم صورة في المرآة وهي صورة واحدة بطبيعة الحال. ونستطيع أن نتأكد من ذلك بوضع (بكرة) أمام مرآة مستوية من المرايا المتوفرة لديك في البيت (شكل ٥-١).



شكل ٥-١

لأنك في هذه التجربة ستحصل على أكثر من صورة واحدة للجسم وتستطيع في الواقع الحصول على صور كثيرة في آية واحد. ونحتاج لإجراء هذه التجربة اثنى مرأتين مستويتين. ثبت كل مرآة على قاعدة من الخشب أو الفلين بحيث تستطيع إيقافها بصورة رأسية فوق سطح المنضدة.



شكل ٥-ب

ضع المرأتين متلايستين ومتعامدتين كما في شكل (٥-ب) ثم ضع جسمًا ما، مثلاً بكرة، بين المرأتين كما في الشكل انظر في المرأتين هل تستطيع رؤية عدة صور للبكرة؟ وهل عدد الصور ثلاث صور؟ تأكد من ذلك.

والآن صغر الزاوية بين المرأتين واجعلها ٦٠ درجة بدلاً من زاوية قائمة هل زاد عدد الصور المتكونة في المرأتين؟ هل هو خمسة صور الآن؟ سوف نجد أن عدد الصور يزداد كلما قلت درجة الزاوية بين المرأتين.

هل نستطيع أن نفكر في مسير تكون صور عديدة عند استعمال المرأتين؟

هل تعتقد أن كل صورة متكونة في إحدى المرأتين ستكون بمثابة جسم موضوع أمام المرآة الأخرى؟ وهل يفترض لك ذلك سبب تكون وتكرر الصور؟

يمكنك إعادة التجربة باستعمال قطعة من الغمسة أو قلم مثبت على قاعدة وسوف تحصل على صور متعددة لقطعة الغمسة أو للقلم.







قطعة من الزجاج العادي أو مرآة ثالثة بنفس القياسات.

نثبت القطع الثلاث مع بعضها على شكل منشور ثلاثي كما في الشكل ٦-أ باستعمال خيوط مطاطية لربط القطع مع بعضها أو باستعمال شريط لاصق. ويجب أن تكون أوجه المرايا المستعملة متقابلة.

تستطيع الاستعانة من خاصية تعدد الصور في المرايا التي توجد بينها زوايا لعمل ناظور بسيط يمكنك من الحصول على أشكال متناظرة وملونة وجميلة.

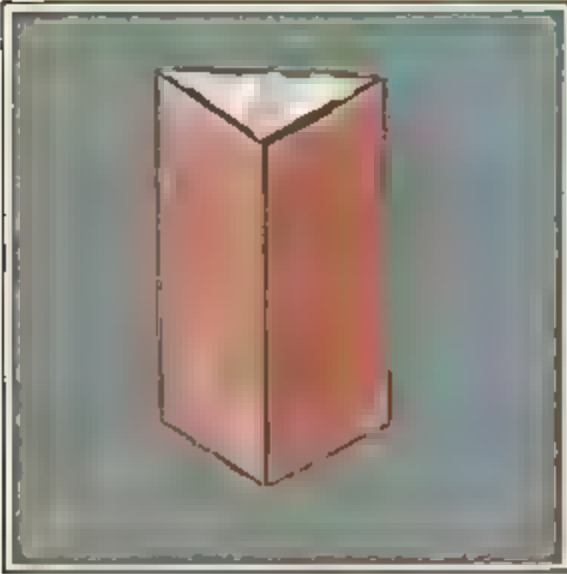
ونحتاج لعمل هذا الناظور الى مرأتين مستويتين طول كل منهما حوالي ١٠ سم وعرضها حوالي ٣ سم. وعند عدم توفرها يمكنك قص مرآة كبيرة باستعمال قاطع الزجاج. ونحتاج أيضاً الى

ضع المنشور الذي حصلت عليه داخل أنبوبة مناسبة له. أو استعمل قطعة مناسبة من الورق السميك ولقها حوله على شكل انبوب (شكل ٦-ب).

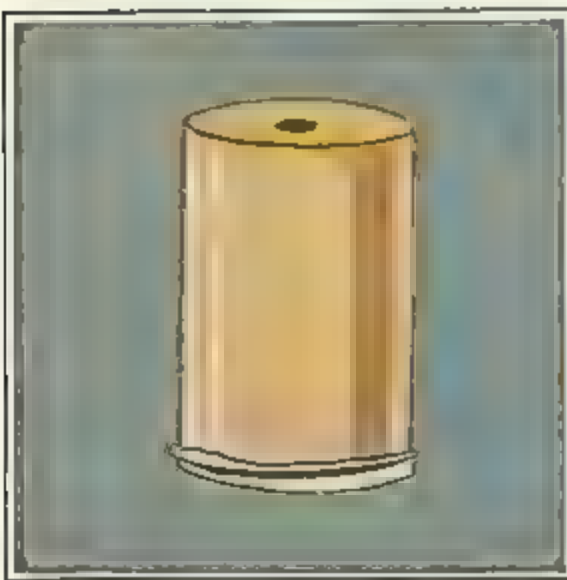
غط أحد طرفي الأنبوب بقطعة من ورق صنف شفاف أو من النايلون نصف الشفاف. ضع في داخل المنشور كمية من قطع الزجاج الصغيرة الملونة أو قطع الورق الصغيرة الملونة. ثم أغلق الطرف الثاني للأنبوبة بقطعة من الورق السميك في وسطها فتحة صغيرة للتظير من خلالها.

لقد حصلت الآن على ناظور جيد وبسيط للأشكال المتناظرة الملونة. أنظر من خلال فتحة الناظور، فستظهر لك في الجهة الأخرى للأنبوبة صورة متناظرة وجميلة للقطع الموجودة داخل الناظور. وسبب تكون هذه الصورة هو تعدد الصور المتكونة للقطع الموجودة داخل الناظور في المرايا المتقابلة التي استعملتها.

ونستطيع الآن تغيير الصورة محدّد رخ الناظور وسوف تتغير مواقع القطع وتحصل كل مرة على صورة جديدة وجميلة.



شكل ٦-أ



شكل ٦-ب



في التجارب الأخيرة السابقة تعرفت على نوع واحد من أنواع المرايا العاكسة للضوء وهو النوع الذي نسميه (المرايا المستوية) لأن سطح هذا النوع من المرايا هو سطح مستو. وتوجد أنواع أخرى من المرايا سطوحها ليست مستوية بل محدبة. ومنها المرايا التي يكون سطحها جزءاً من سطح كروي وهي نوعان مقعرة و محدبة.



هل لاحظت امراة الحادية في السيارة ؟ إنها مرآة محدبة ولابد أنك لاحظت بأن الصور المتكونة في هذه المرآة هي صورة مصغرة أي أن حجمها أصغر من حجم الجسم الأصلي.

وهل لاحظت أيضاً بعض أنواع المرايا المستعملة في الحلاقة. أن الصورة المتكونة في هذا النوع من المرايا عند النظر فيها من قرب تكون صورة مكبرة. أي أن حجم الصورة أكبر من حجم الجسم الأصلي. وهذا النوع من المرايا يسمى (المرايا المقعرة).

وبإمكانك أن تلاحظ بسهولة أن الوجه المحدث هو الوجه العاكس للضوء في المرآة المحدبة. أما الوجه العاكس للضوء في المرآة المقعرة فهو الوجه المقعر منها.

ولو تمكنت الحصول على مرآة محدبة وأخرى مقعرة فسوف تحس أنت وأصدقاؤك شئعة كبيرة وأنتم تلاحظون الصور المتكونة فيها. حاولوا أن تطروا في لمرتين من مسافات مختلفة ولا حظوا كيف تختلف الصورة المتكونة في كل حالة



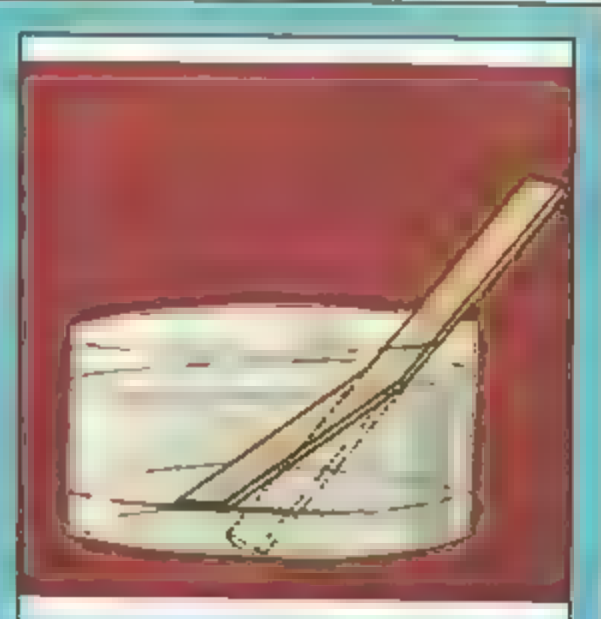


تعرفت حتى الآن ومن خلال التجارب السابقة على خاصيتين من خصائص الضوء وهما خاصية انتقال الضوء بخطوط مستقيمة وخاصية انعكاس الضوء. في هذه التجربة وعدد من التجارب الأخرى سوف نتعرف على خاصية أخرى من خصائص الضوء وهي خاصية انكسار الضوء.

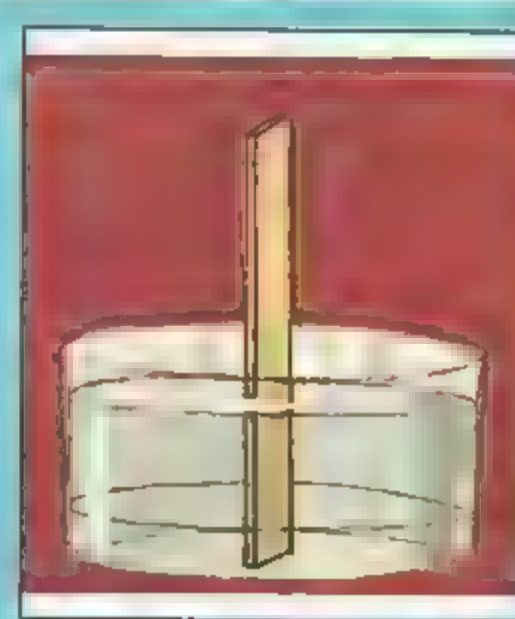
وهذه التجربة سهلة جداً ولا تحتاج فيها إلا إلى عصاً ووعاء فيه ماء ويمكنك الاستعاضة عن

العصا بالقلم أو المسطرة أو أي شيء مماثل. ضع العصا بصورة مائلة في الماء بحيث يبق جزء منها دواراً خارج الماء. (شكل ٧ - أ) ماذا تلاحظ؟ هل تبدو العصا مكسورة؟ وهل هي مكسورة عند سطح الماء تماماً؟

والآن اجعل العصا في وضع رأسي أي بصورة عمودية على سطح الماء (شكل ٧ - ب) هل تبدو الآن مكسورة أيضاً؟



شكل ٧ أ



شكل ٧ ب

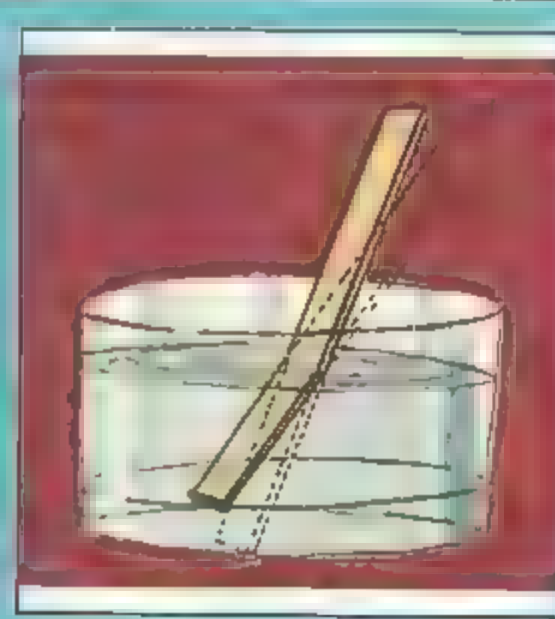
لعلك قد لاحظت بأن العصا تبدو مكسورة عندما نغمز في الماء بصورة مائلة فقط. ولا شك أنك تتساءل عن سبب ذلك؟

ولكننا نعلم وبكل تأكيد أن العصا ليست مكسورة. وعليه فإن الضوء الذي نرى بواسطة العصا، هو الذي ينكسر. (الشكل ٧ - ج) يوضح ما يحدث للضوء بصورة أدق.

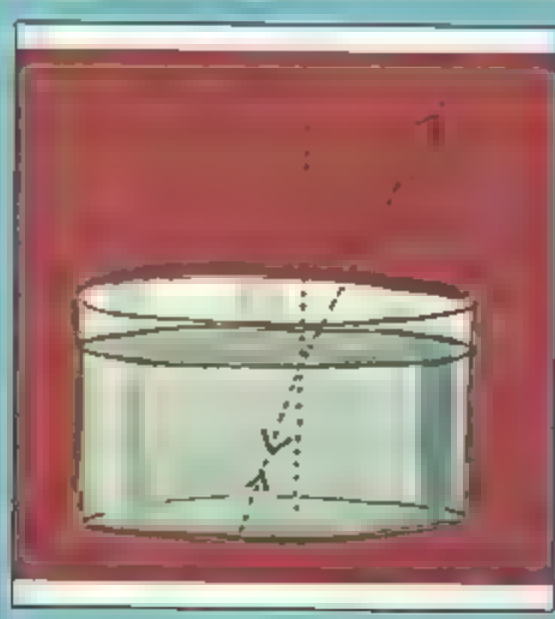
فالضوء الذي يأتي من الطرف ب المغمور في الماء من العصا عندما يصل إلى سطح الماء ينكسر

ويعبر انحناءه بحيث يظهر الطرف ب في الموقع ت وينطلق ذلك على بقية نقاط العصا المغمورة في الماء فيظهر الجزء د ب في الموقع د ب. وبمعنى آخر فإن الشعاع الضوئي ب د يأخذ الانحناء د أ. أي أن الضوء ينكسر عند سطح الماء.

والشكل ٧ - د يستهل لنا إيضاح وفهم خاصية انكسار الضوء. فالشعاع الضوئي، الذي يسقط بصورة مائلة على سطح الماء، ينكسر وبعبر انحناءه.



شكل ٧ ج



شكل ٧ د



الى أي سائل آخر إضافة الى الماء أو انتقاله من الهواء الى الزجاج . بشرط أن يسقط الضوء بصورة مائلة على السطح الفاصل بين الوسطين .

وخاصية انكسار الضوء لا تقتصر على انكساره عند دخوله الى الماء أو خروجه منه ، بل تحدث كثيراً انتقال الضوء من وسط معين الى وسط آخر مختلف عن الأول في الكثافة . كانتقال الضوء من الهواء



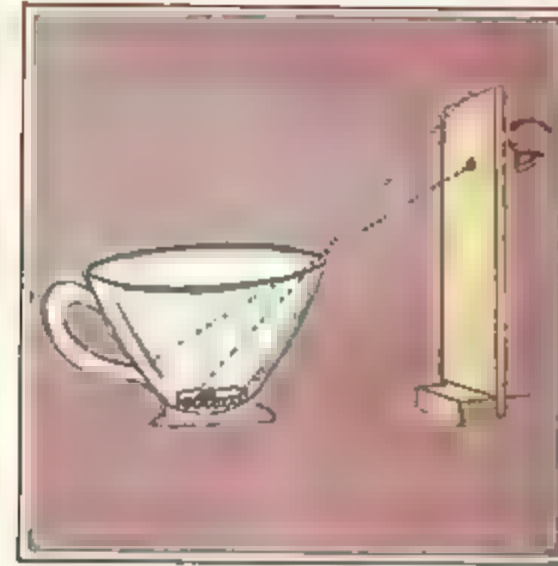
## الخصائص البصرية للحضارة الإسلامية

ومما يدعونا الى الفخر والاعتزاز أن خاصية انكسار الضوء والكثير من خصائص الضوء الأخرى كانت قد عرفت ودرست بصورة علمية ودقيقة من قبل علماء الحضارة العربية الإسلامية قبل أكثر من ألف عام وكان من أشهر عمائنا الذين برزوا في علم الضوء العالم العربي الحسن ابن الهيثم الذي اكتشف العديد من قوانين الضوء وعرف الكثير عن أجزاء العين والطريقة الصحيحة التي تتم بها رؤية الأشياء . وقد حقق علماء الحضارة العربية الإسلامية اكتشافات وإنجازات نعت جميع فروع العلوم المختلفة من حيث أن تفخر وتعتز بهم وبإنجازاتهم ، ومن واجبنا أن نسعى للسير على طريقهم وتحقيق اكتشافات وإنجازات علمية جديدة تُضيفها الى مآثرهم وأنجزوها في الماضي .



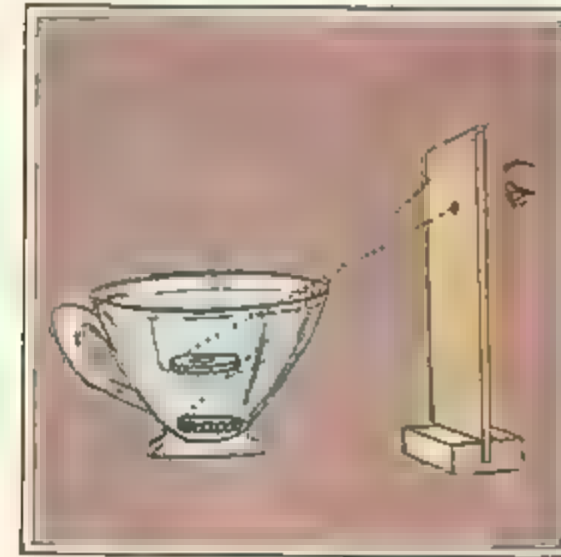


## تجربة (٨) كيف تستطيع رؤية جسم في قعر وعاء عميق!



شكل ٨ - أ

إذا لم تكرر التجربة السابقة كافية لإيضاح خاصية انكسار الضوء فهذه تجربة سهلة أخرى لإيضاح هذه الخاصية. وهذه التجربة هي أيضاً بمثابة لعبة لطيفة تستطيع أن تقوم بها مع أصدقائك. وتحتاج لإجراء هذه التجربة إلى وعاء معدني أو خزفي عميق نسبياً، ويمكنك لهذا الغرض استعمال أحد أقلام شرب الشاي أو الحليب (كوب). وتحتاج أيضاً إلى حاجر من الورق السميك مثبت بقاعدة من الفلين أو الخشب ويجب أن يحتوي الحاجر على ثقب صغير بالقرب من حافته العليا.



شكل ٨ - ب

ضع الوعاء العميق فوق سطح المصيدة وضع في قعره قطعة من العملة المعدنية أو أي قطعة معدنية صغيرة، ثم ضع الحاجر على المصيدة نحو الوعاء وانظر من خلال الثقب إلى القطعة المعدنية. ثم أبعد الحاجر تدريجياً إلى أن تختفي القطعة المعدنية تماماً. ولا يعود بإمكانك رؤيتها من خلال الثقب (شكل ٨ - أ)

والآن وبكل هدوء ومن دون تحريك أي شيء أسكب الماء في الوعاء إلى أن يمتلئ تقريباً بالماء.

انظر ثانية من ثقب الحاجر. هل تستطيع رؤية القطعة المعدنية؟ ماذا ظهرت القطعة الآن؟ (شكل ٨ - ب)

هل تستطيع تفسير ظهور القطعة المعدنية بعد إضافة الماء بخاصية انكسار الضوء؟ هل تعتقد أن الضوء الآتي من القطعة المعدنية سوف ينكسر عند وصوله إلى سطح الماء ويخرج إلى الهواء؟ وهل كان يمكن أن تظهر القطعة المعدنية لولا خاصية الانكسار هذه؟





## العمق الظاهري للسوائل

هل لفت نظرك يوماً أنّ الماء في حوض السباحة أو في النهر يبدو لك ظاهرياً أقلّ عمقاً من عمقه الحقيقي . ومن المحتمل أنك قد أخطأت التقدير أحياناً . وعندما تنزل إلى الماء تجد أنّه أعمق مما كنت تتصور .

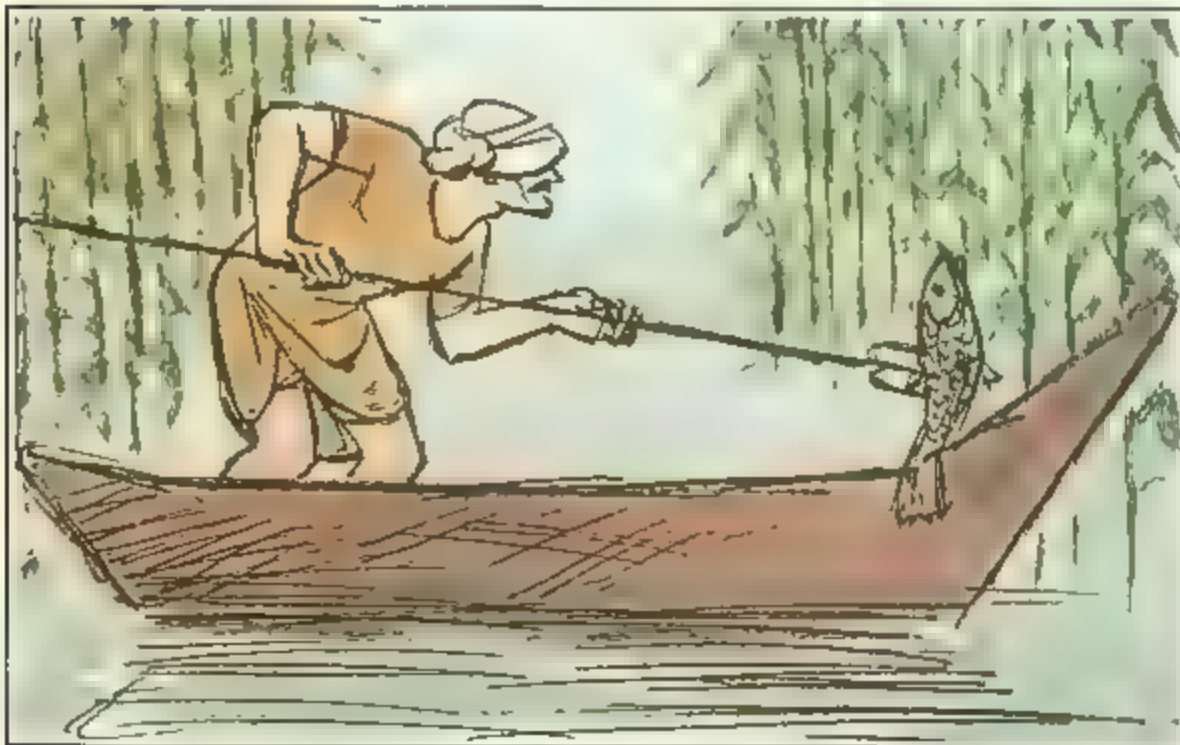
وربما أيضاً قد لفت نظرك بأنّ الثقل في صفحة الثقل في بيتك يبدو أقلّ عمقاً من عمقه الحقيقي .

ونستطيع أن نتأكد من ذلك بسهولة بأن ننظر إلى الثقل في داخل الصفيحة ، ثم ننظر إلى الصفيحة من الخارج . هل نستطيع تفسير هذه الظاهرة بمعلوماتك السابقة عن خاصية انكسار الضوء ؟ وهل تعتقد أن الضوء الذي يأتي من قعر الوعاء الذي يحتوي على الماء أو الثقل أو السوائل الأخرى ينكسر بنفس الطريقة التي أشرنا إليها في التجربة السابقة ؟

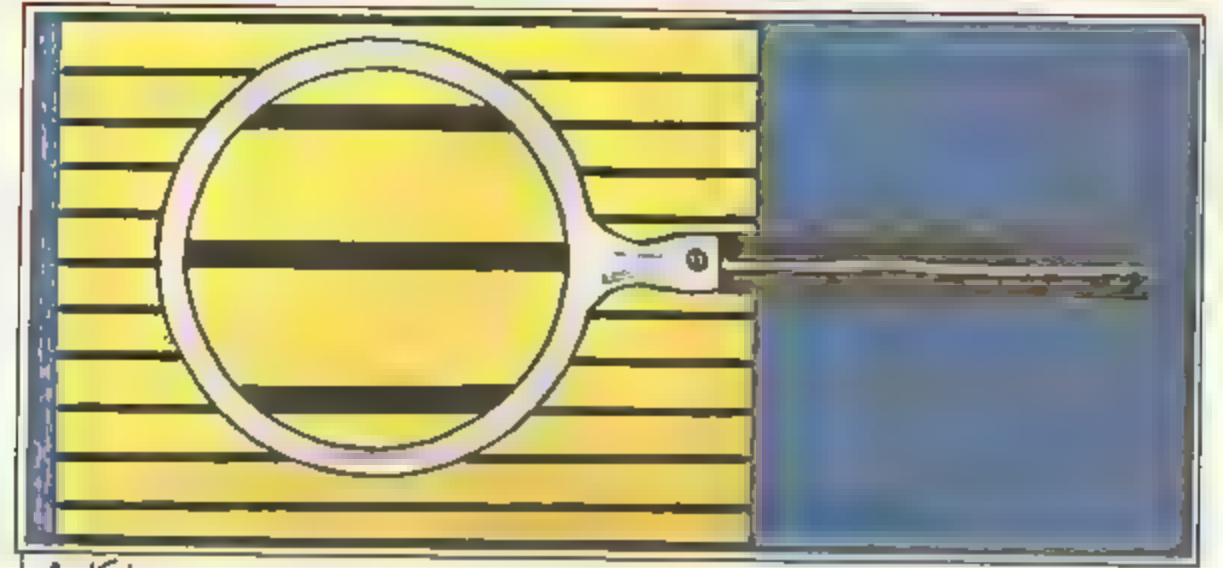


وهل يؤدي ذلك إلى ارتفاع القعر ظاهرياً كما ارتفعت القطعة المعدنية ظاهرياً في التجربة المذكورة ؟ وهل تعتقد الآن بأنك عندما تنظر إلى الأسماك الجميلة التي تسبح في حوض الأسماك فإنها في الواقع موجودة على عمق أكبر من العمق الذي يبدو لك . أن صيادي الأسماك الذين يستعملون الرماح أو

السهام يعرفون هذه الحقيقة من خبرتهم اليومية . ولذلك فهم يوجهون رماحهم أو سهامهم إلى منطقة من الماء أعمق قليلاً من المنطقة التي تبدو لهم السمكة موجودة فيها . فهم يعرفون أنّ السمكة موجودة في الواقع على عمق أبعد قليلاً من العمق الظاهري الذي يبدو لهم . وأنت تعرف الآن بأنهم على حق في ذلك . اليس كذلك ؟







شكل ٩-١

تخطيط الورقة أو اصافة خطوط إليها باستعمال مسطرة وقلم .

صع العدسة على مسافة مناسبة من الورقة المخططة . وقد تحتاج الى تحريكها قليلاً الى أن تظهر الخطوط من العدسة واضحة (شكل ٩-١) هل تلاحظ بأن الخطوط داخل العدسة تبدو متباعدة عن بعضها بالقياس الى المسافات بين الخطوط على الورقة خارج العدسة ؟ هل يؤكد لك ذلك بأن العدسة تكبير فعلاً الصور التي تظهر من خلالها .

لعلك قد شاهدت واحدة من العدسات المكبرة . فإن بعض الأشخاص الكبار في السن ممن تضعف عيونهم يستعملون مثل هذه العدسات في القراءة لتكبير صور الكلمات الصغيرة . وربما تكون قد استعملت أنت أيضاً عدسة من هذا النوع في فحص حشرة من الحشرات أو صخرة من الصخور لرؤية الأجزاء الدقيقة فيها .

في هذه التجربة سوف نستطيع قياس قوة التكبير للعدسة المكبرة ونحتاج لإجراء هذه التجربة الى عدسة مكبرة والى ورقة مخططة بخطوط متوازية متقاربة وإذا لم تتوفر لديك ورقة مُحَصَّنة أو إذا لم تكن الخطوط متقاربة فيمكنك

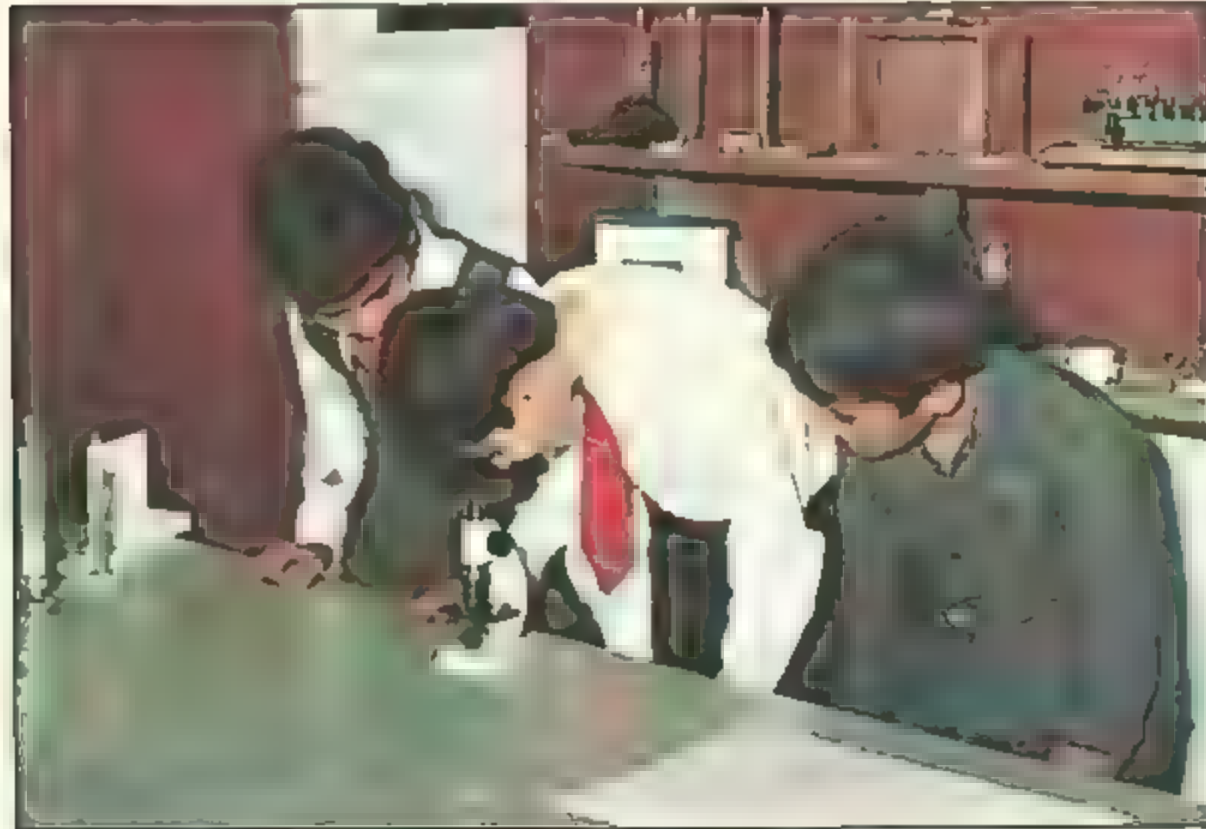
العدسة .

$$\text{قوة تكبير العدسة} = \frac{1}{f} = \frac{1}{3}$$

أي أن هذه العدسة تكبير صورة الأشياء بمقدار ثلاثة أضعاف . وتوجد عدسات تكبير الصورة عشرات ومئات المرات ويمكن استعمال عدسة عدسات للتكبير في آن واحد ويسمى الجهاز الناتج باسم (المجهر) أو (الميكروسكوب) وله فوائد واستعمالات كثيرة .

وحساب قوة تكبير العدسة حسب عدد الفواصل التي تبدو بين الخطوط في داخل العدسة وحسب عدد الفواصل الحقيقية المقابلة لها خارج العدسة واستخرج بالقسمة عدد الفواصل الحقيقية التي تقابل فاصلة واحدة داخل العدسة . وهذا الناتج يمثل قوة التكبير للعدسة .

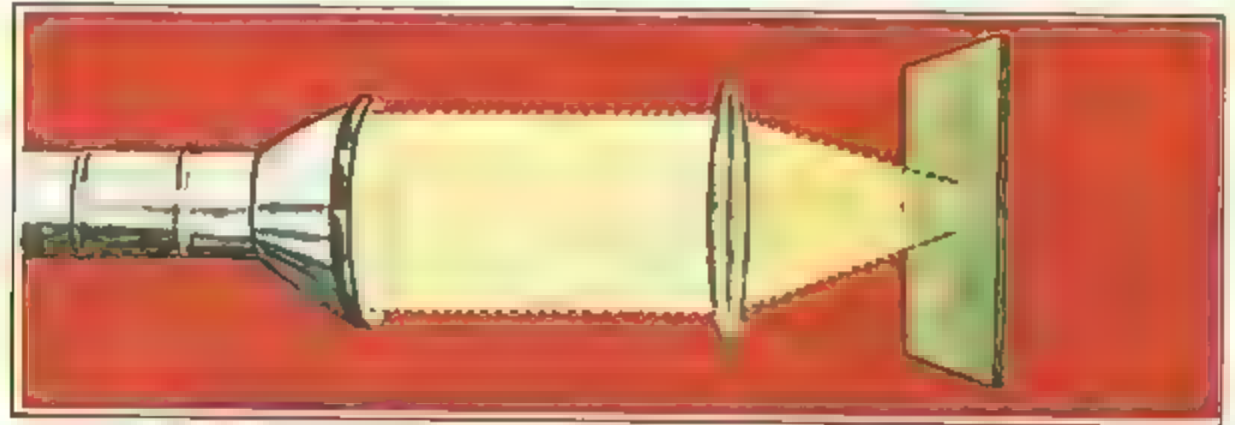
وفي الشكل ٩ - ١ من الواضح أن مسافتين فاصلتين داخل العدسة تقابلها ٦ فواصل خارج



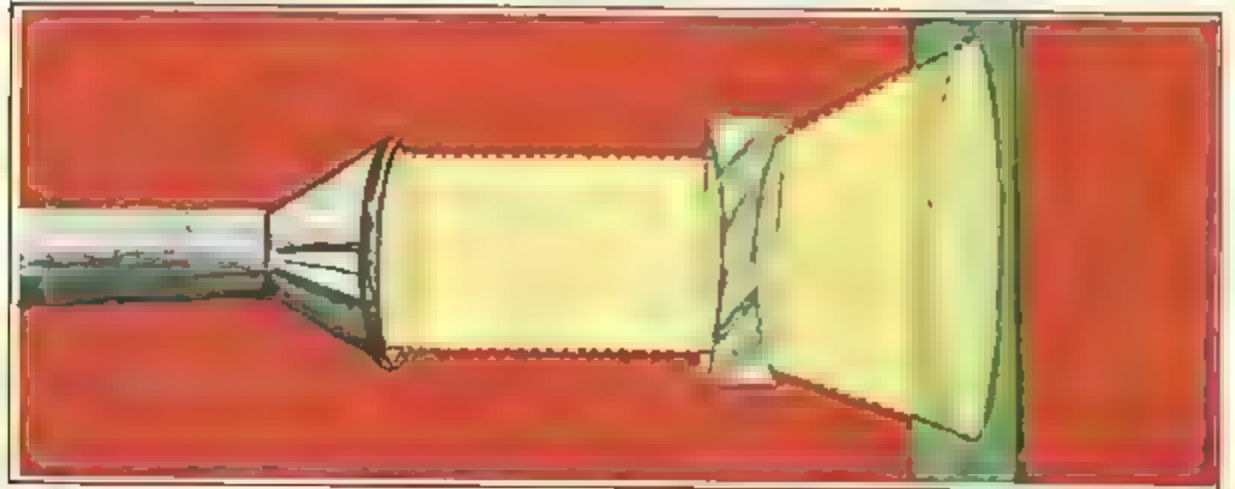


## العدسات أنواع مختلفة

لو لمست العدسة المكبرة التي استعملتها في التجربة السابقة بيدك لوجدتها سمكة من الوسط ورقبة من الأطراف. ومثل هذه العدسة يقال لها (العدسة المحدبة). وبوجد نوع آخر من العدسات تكون رقيقة من الوسط سمكة من الأطراف يقال لها (العدسة المقعرة) ولو وجهت الضوء من مصباح كهربائي إلى عدسة محدبة ثم وضعت حاحر يضر أمام العدسة لوجدت أن هذه العدسة تلم الأضواء الضوئية التي تنفذ فيها (شكل ٩ - ب) ولذلك فالعدسة المحدبة تسمى أيضاً (العدسة اللامعة)



شكل ٩ ب



شكل ٩ ح

أما إذا وجهت الضوء إلى عدسة مقعرة فسوف تجد أنها تفرق الأشعة الضوئية النافذة منها (شكل ٩ - ج) ولذلك فالعدسة المقعرة تسمى أيضاً (العدسة المفرقة) ولو أتيت لك الحصول على عدسة لامعة وعدسة مقعرة فسوف يكون بإمكانك، أنت وأصدقائك، القيام بتجارب عديدة ممتعة عن

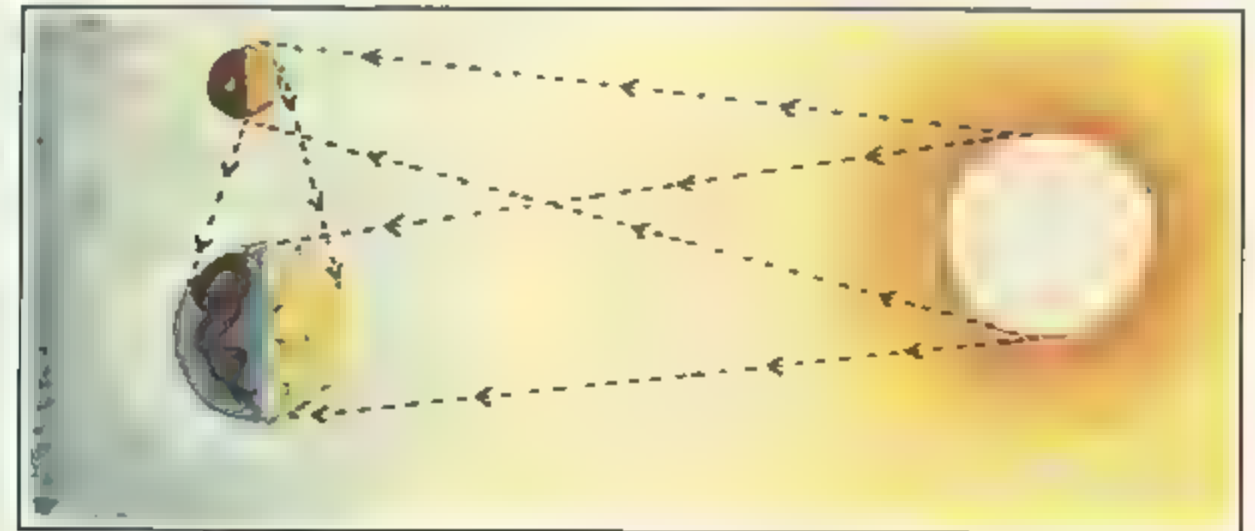
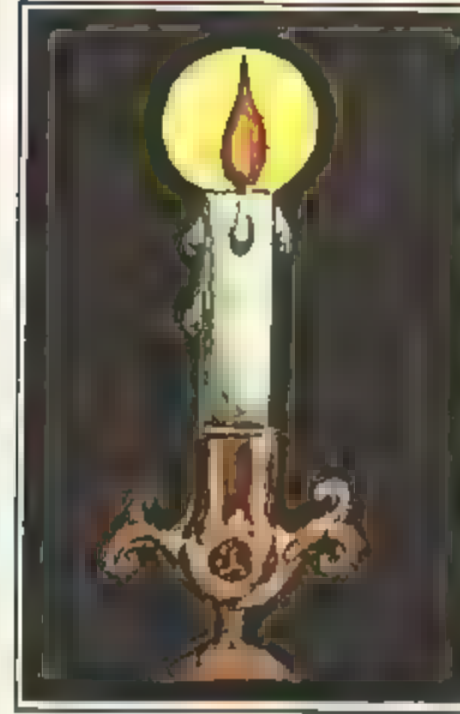
الصورة المتكونة في العدسات. وبإمكانكم النظر من خلال هذه العدسات إلى أشياء موجودة على مسافات مختلفة وملاحظة كيف تختلف الصورة المتكونة في كل حالة. بإمكانكم أيضاً استعمال شمعة مشتعلة وحاجز أبيض وتحريك العدسة بين الشمعة والحاجز وملاحظة الصورة التي تتكون في بعض الحالات على الحاجز للشمعة.



## مصادر الضوء نوعان

بعض الأجسام المضيئة ينبعث الضوء منها ذاتياً ومن أمثلة هذه الأجسام الشمس والنجوم والمصابيح الكهربائية والمصابيح القبطية والشموع وأمثالها. ومثل هذه الأجسام المضيئة تسمى (مصادر ذاتية الاضاءة).

وبعض الأجسام المضيئة الأخرى لا ينبعث الضوء منها ذاتياً بل هي تضيئ بما ينعكس عنها من الضوء الساقط عليها. ومثل هذه الأجسام تسمى (مصادر غير ذاتية الاضاءة) ومنها الأرض والقمر والأثاث والأشجار وأجسامنا وغير ذلك من الأجسام الكثيرة.

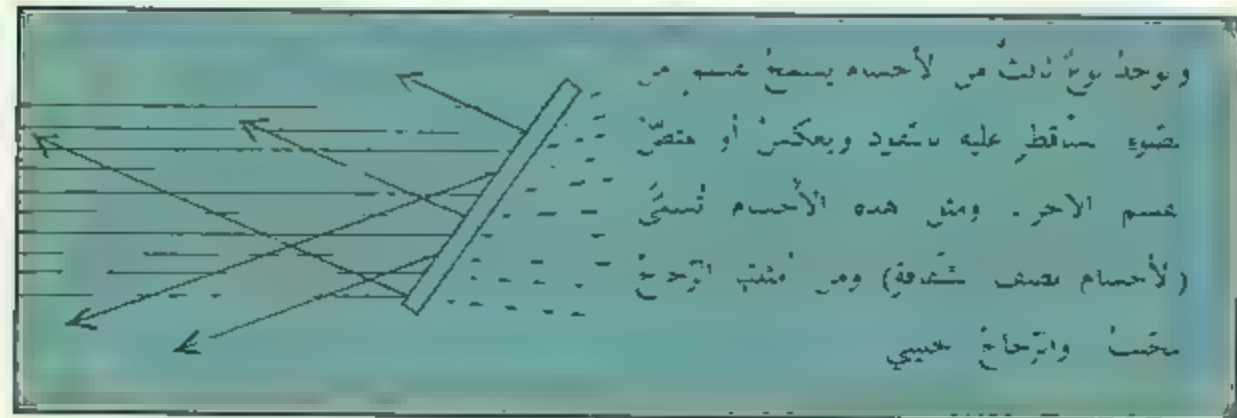
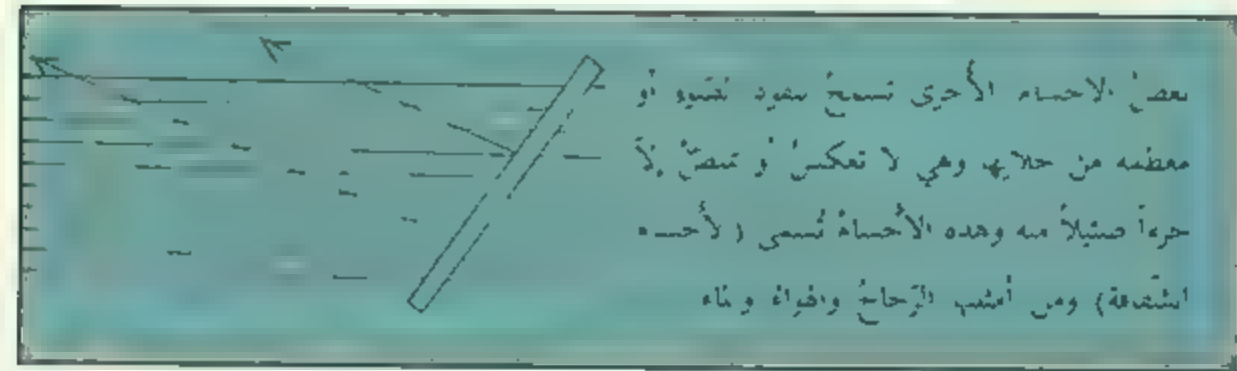
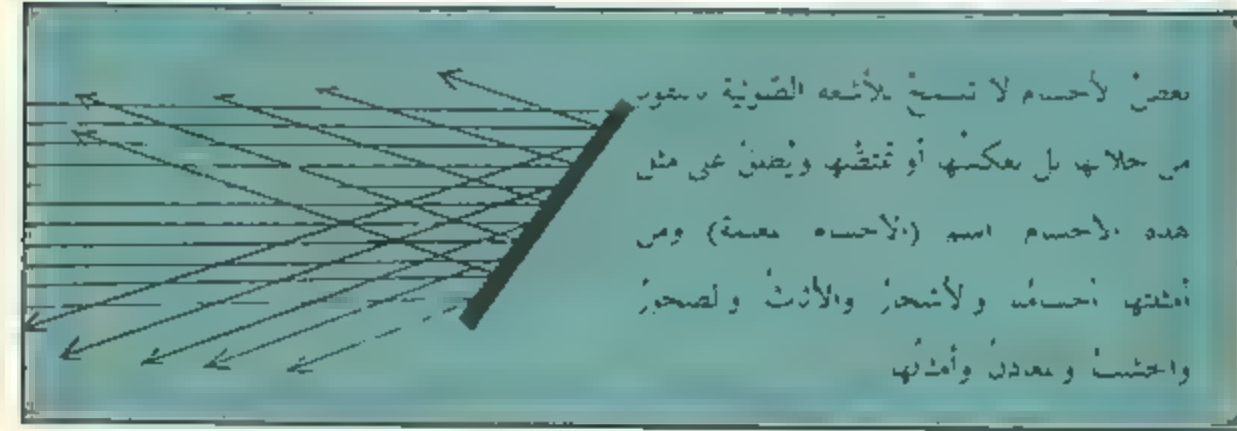


## انواع انعكاس الضوء

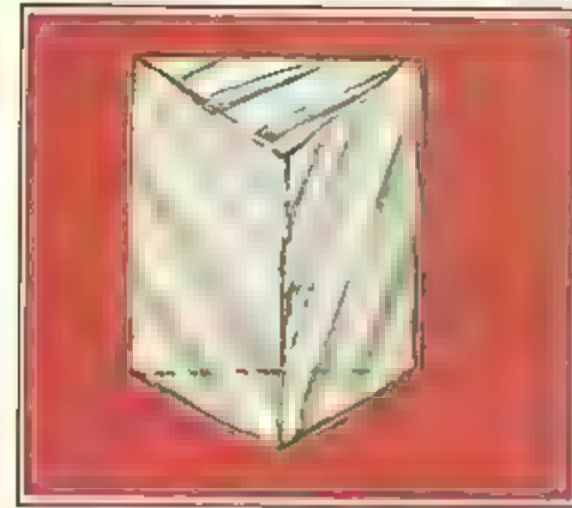
بعض الأجسام لا تسمح للأشعة الضوئية بمرور من خلالها بل يعكسها أو تمتصها ويضئ على مثل هذه الأجسام اسم (الأجسام المعتمة) ومن أمثلتها الخشب والأشجار والأثاث والصحفر والحشب وعددن وأمثالها.

بعض الأجسام الأخرى تسمح بمرور الضوء أو معظمه من خلالها وهي لا تعكس أو تمتص إلا جزءاً ضئيلاً منه وهذه الأجسام تسمى (الأجسام الشفافة) ومن أمثلتها الزجاج والنفء والماء.

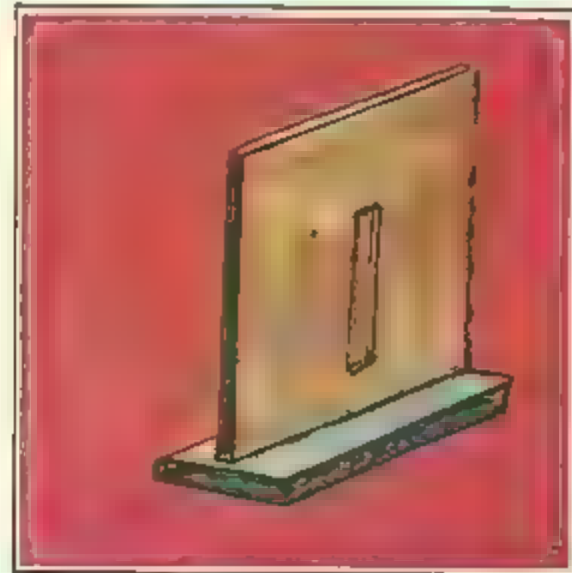
ويوجد نوع ثالث من الأجسام يسمح بمرور ضوء ساقط عليه بمرور ويعكس أو تمتص جسم الأخرى. ومثل هذه الأجسام تسمى (الأجسام نصف شفافة) ومن أمثلتها الزجاج الحبيبي.







شكل ١٠ - أ

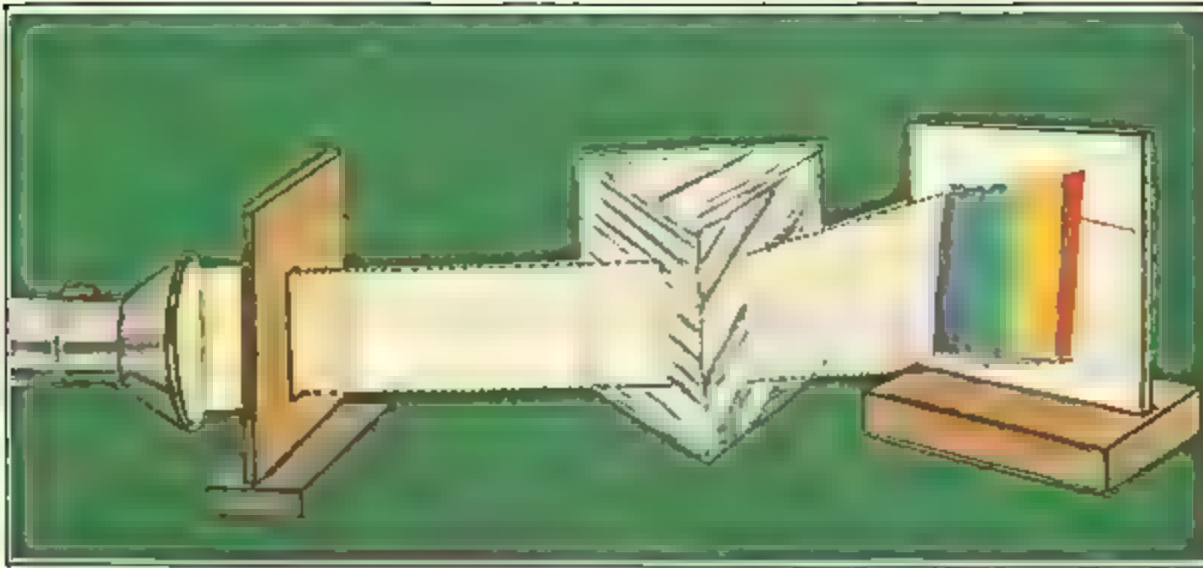


شكل ١٠ - ب

عندما ننظر الى حافة مرآة سميكة أو زجاجة سميكة فمن المرجح أنك ستشاهد بعض الألوان. ولأنك تتوقع بأن مصدر هذه الألوان هو الضوء الأبيض الموجود في الغرفة والآتي من الشمس أو من المصابيح التي نستخدمها للإضاءة. وأنت ولا شك مصيب تماماً في توقعك هذا. فالضوء الأبيض، في الواقع مزيج من ألوان عديدة. وفي هذه التجربة سوف نتأكد من ذلك بنفسك، وسوف نستطيع أيضاً معرفة الألوان التي يتكون منها الضوء الأبيض.

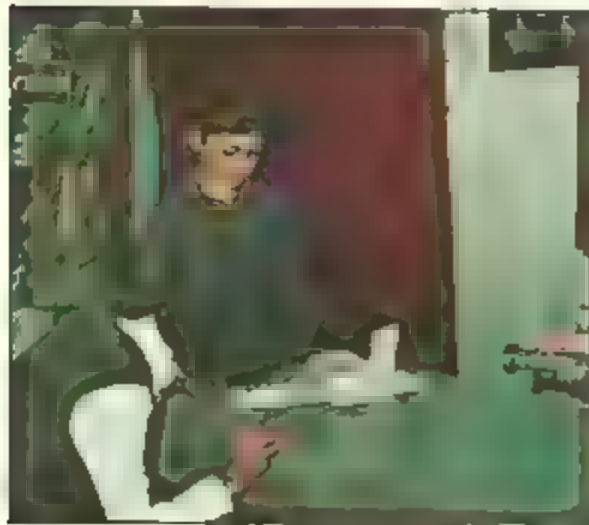
ونحتاج لإجراء هذه التجربة الى مؤشر زجاجي ثلاثي. والمؤشر الثلاثي هو جسم له ثلاثة أوجه جانبية كل منها على شكل مستطيل وله قاعدتان كل منها على شكل مثلث (شكل ١٠ - أ).

ونحتاج أيضاً الى حاجر يحتوي على شق ضيق ويمكنك عمل هذا الحاجر من قطعة من الورق السميك مثبتة على قاعدة من الخشب أو الفلين مع عمل شق رأسي في اسفل البطاقة (شكل ١٠ - ب).



شكل ١٠ - ج

على الوجه المقابل للشق من المؤشر الزجاجي. ثم حرك الحاجر الأبيض بحيث يسقط الضوء الملون على هذا الحاجر بصورة جيدة. ويمكنك أيضاً تحريك المؤشر أو تدويره قليلاً للحصول على مصفوفة ملونة وصحة على الحاجر الأبيض. ويجب أيضاً إجراء هذه التجربة في غرفة مظلمة لكي تكون الألوان الناتجة أكثر وضوحاً.



كذلك نحتاج الى مصدر لضوء قوي مثل مصباح كهربائي يدوي وحاجر أبيض يتكون من قطعة من ورق الأبيض السميك مثبتة على قاعدة من الخشب أو الفلين.

ضع المؤشر الزجاجي الثلاثي على سطح المنضدة بحيث تكون إحدى قاعدتيه المثلثيتين الى أسفل (شكل ١٠ - ج) وضع الحاجزين على جهتي المؤشر كما في الشكل. ثم وجه الضوء من المصباح الكهربائي اليدوي من خلال الشق الموجود في الحاجر المشقوق. وسوف تظهر على الحاجر الآخر الأبيض منطقة مضبوطة ملونة. وإذا لم تظهر هذه المنطقة، أو إذا لم تكن الألوان واضحة، فحرك الحاجر المشقوق بحيث تتأكد بأن الضوء المر من خلال الشق يسقط بصورة جيدة

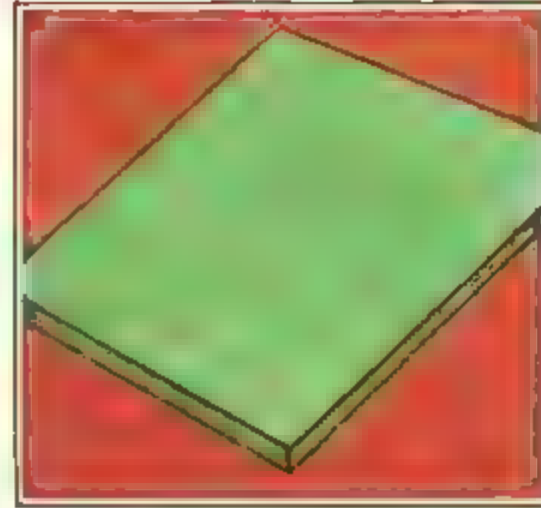
دَقِّ الآنَ النظَرَ في الألوانِ الظاهرة على الحاجزِ  
فَسَتَجِدُّ أَنَّهَا سبعةُ ألوانٍ : في أحدِ الطرفين اللونُ  
الأحمرُّ وفي الطرفِ الآخرِ اللونُ البنفسجيُّ وبينها  
بقيةُ الألوانِ وبحسبِ الترتيبِ التالي :  
الأحمرُّ ، البرتقاليُّ ، الأصفرُّ ، الأخضرُّ ،  
الأزرقُّ ، النيليُّ ، البنفسجيُّ ، ويُطلقُ على هذه  
الألوانِ التي يتكوَّن منها الضوءُ الأبيضُ اسمُ (ألوانِ

الطيفِ الشمسيِّ) ويُطلقُ عليها أيضاً (ألوانِ قوسِ  
قُرح) . هل تأكدتِ الآنَ بأنَّ الضوءَ الأبيضَ هو  
مزيجٌ من هذه الألوانِ السبعة . ولعلَّكَ قد عرفتِ  
أيضاً لماذا تظهرُ لك بعضُ الألوانِ عندما تنظرُ في  
حافرةِ مرآةٍ سميكةٍ أو زجاجيةٍ سميكةٍ فهذه الحافرةُ  
تعملُ عملَ المنشورِ الزجاجيِّ الثلاثيِّ وتحلُلُ الضوءَ  
الأبيضَ إلى ألوانه السبعة .

تجربة ١١ متى تظهرُ الوردَةُ الحمراء سوداء ؟



شكل ١١-أ



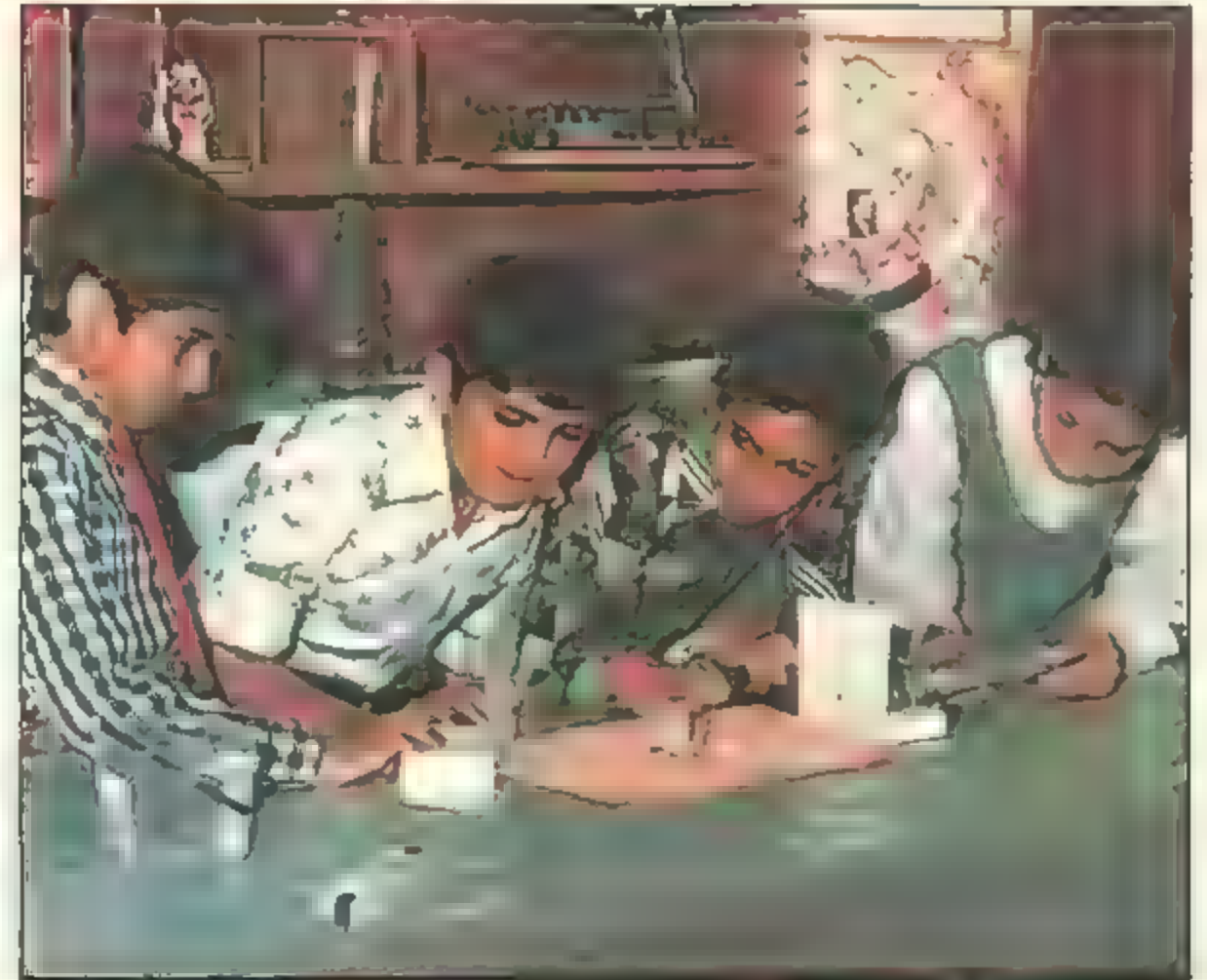
شكل ١١-ب

ماعرفناه في التجربة السابقة عن الضوء الأبيض .  
فهو كما عرفنا مزيجٌ من سبعة ألوانٍ وهي التي أطلقنا  
عليها اسمَ (ألوانِ الطيفِ الشمسيِّ) أو (ألوانِ  
قوسِ قُرح) .

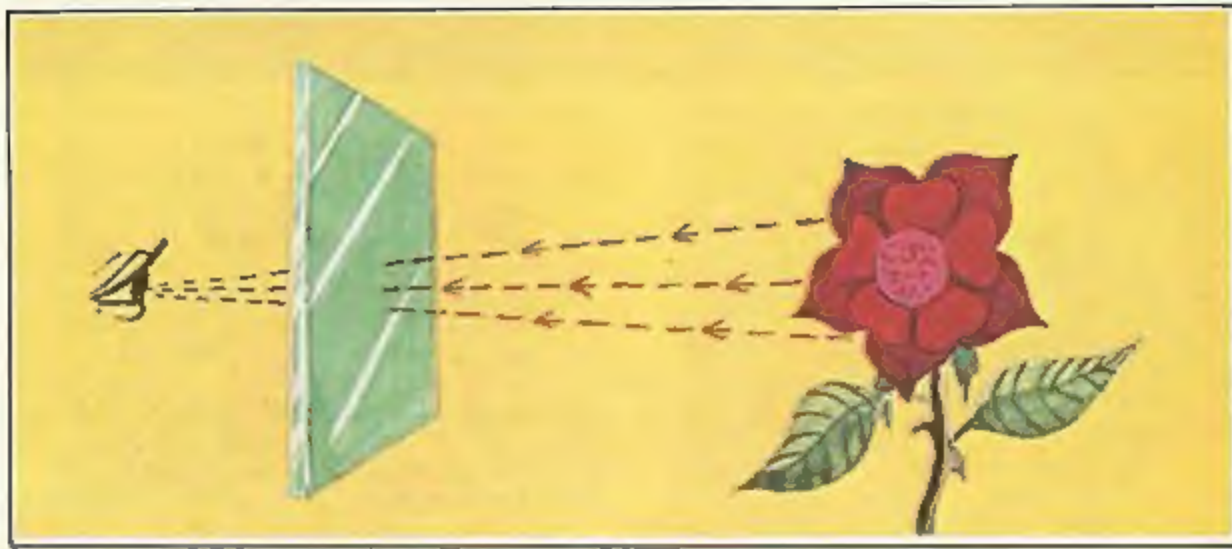
وعندما يسقطُ الضوءُ الأبيضُ على جسمٍ من  
الأجسام فإنَّ ذلك الجسمَ يظهرُ بلونٍ معيَّن بحسبِ  
ما يمتصُّه منَ الألوانِ السبعة للضوء الأبيضِ  
وما يعكسه أو ينفذه منها .

في الشكل ١١ - أ صورة لوردة حمراء . هل  
بإمكانك أن تجعلَ هذه الوردة تبدو سوداء ؟  
استعملِ لوحاً زجاجياً أو بلاستيكيّاً أخضر اللون  
(شكل ١١ - ب) . انظرِ إلى صورة الوردة من  
خلالِ هذا اللوح . هل تبدو الوردة سوداء ؟  
ولماذا ؟

لمعرفة السببِ يحبُّ أن نعرفَ لماذا تبدو الأجسامُ  
مختلفةً بألوانها المختلفة ؟ وهنا يحبُّ أن نتذكَّرَ





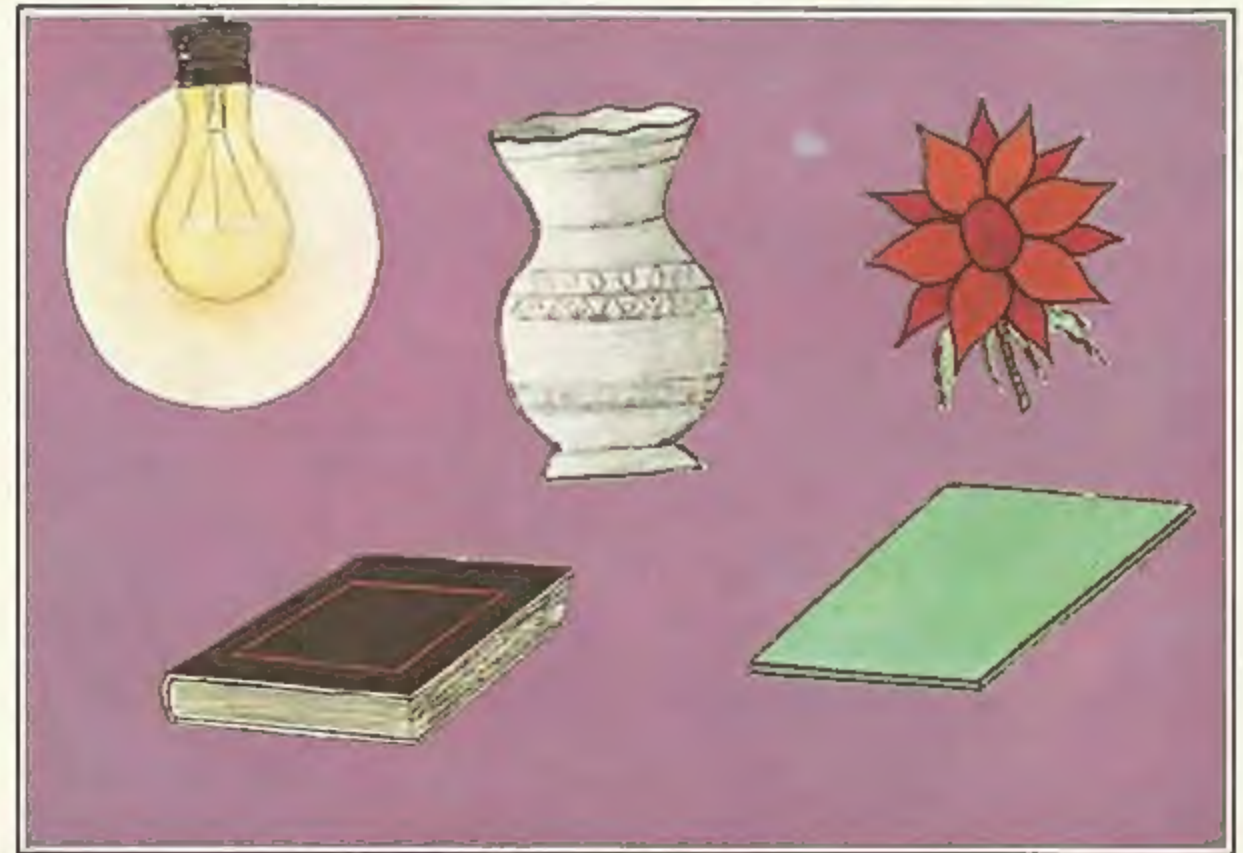


شكل ٦-٥



فألوردة الحمراء تبدو حمراء لأنها تمتص جميع ألوان الضوء الأبيض عدا اللون الأحمر فهي تعكسه ولذلك تبدو حمراء .  
واللوح الزجاجي الأخضر يبدو أخضر لأنه يمتص جميع ألوان الضوء الأبيض الساقط عليه عدا اللون الأخضر الذي يبدو أخضر .  
وبنفس الطريقة يمكن تفسير ألوان بقية الأجسام الملونة . الأجسام البيضاء تعكس جميع ألوان الضوء الأبيض ، أما الأجسام السوداء فهي تمتص جميع الألوان للضوء الساقط عليها فلا ينعكس عنها شيء من الضوء فتبدو سوداء (شكل ٦ - ج)

شكل ٦-ج



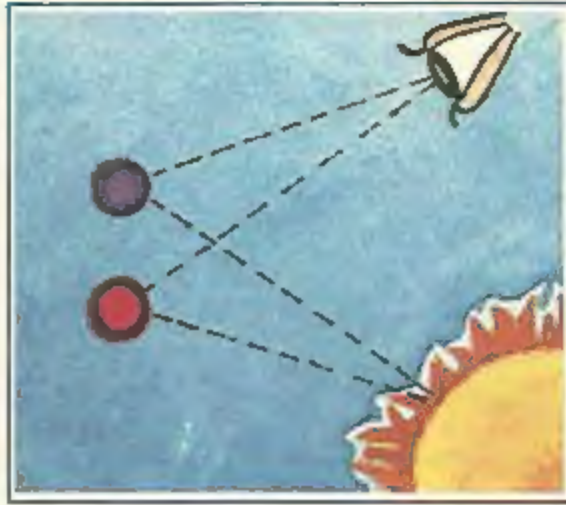


## قوس قزح في الطبيعة متى يظهر وكيف يتكون ؟

يتكوّن قوس قزح في السماء في الأيام الممطرة بسبب تحليل الضوء الأبيض الآتي من الشمس عند نفوذه من ملايين قطرات الماء الصغيرة التي يتكوّن منها المطر. فكل قطرة من قطرات المطر تعمل عمل المنشور الزجاجي الثلاثي في تحليل الضوء الأبيض إلى ألوانه السبعة. وبالإضافة إلى ذلك فإن قطرات المطر تعكس الضوء باتجاه الأرض مما يجعل بالامكان رؤية الألوان من سطح الأرض. وهذا هو الأساس العلمي لتكوّن وظهور قوس قزح في السماء الذي تظهر فيه سبعة ألوان هي الأحمر والبرتقالي والأصفر والأخضر والأزرق والبنيلي والبنفسجي.



الأ أن رؤية قوس قزح تتطلب توفر شروط معينة. ومن هذه الشروط أن يكون المطر منهراً في منطقة من السماء تقع أمامنا. وفي نفس الوقت يجب أن تكون الشمس مشرقة من خلفنا. يضاف إلى ذلك أن تكون الشمس مائلة في السماء بزاوية مناسبة. وإذا لم تتوفر هذه الشروط فسوف يتعذر علينا رؤية قوس قزح. وهذا يوضح لنا لماذا لا نستطيع رؤية هذا القوس دائماً في الأيام الممطرة.





والآن ، وقد عرفت من الفقرة السابقة ما هو قوس قزح وما الشروط التي يجب أن تتوفر لكي يتكون ولكي تستطيع رؤيته ، صار بإمكانك عمل قوس قزح بنفسك في حديقة منزلك وباستعمال رشاش الماء المتصل بحنفية الماء في الحديقة .  
اختر وقتاً مناسباً لإجراء هذه التجربة عندما تكون الشمس مائلة في السماء بزاوية حوالي ٤٥ درجة فوق الأفق أو نحو ذلك . اربط رشاش الماء

بالحنفية وافتح الحنفية بأقصى طاقتها . ثم قف وظهرك الى الشمس ووجه الماء من الرشاش أمامك والى أعلى . وسوف يتشرب الماء من الرشاش على شكل المطر . انظر الى رذاذ الماء وعلى الأرجح سوف يظهر لك قوس قزح بصورة واضحة . وكلما كانت قوة اندفاع الماء في خرطوم الماء أشد كان القوس الذي تحصل عليه أكثر وضوحاً . حاول تحريك رشاش الماء الى اليمين واليسار بسرعة



لتوسيع المنطقة التي يتشرب فيها الماء وسوف يكون قوس قزح الناتج أكبر .  
ولا شك أنك تعرف الآن جيداً كيف يتكون هذا القوس ولماذا يتكون . فهو يتكون بنفس الطريقة التي يتكون بها قوس قزح في السماء . وتعمل قطرات الماء التي يذفها رشاش الماء عمل قطرات المطر في تحليل ضوء الشمس الأبيض الى ألوانه السبعة . فيظهر القوس بالوانه السبعة الأحمر

والبرتقالي والأصفر والأخضر والأزرق والبنفسجي .  
ولا شك أنك مع أصدقائك قد وجدتم متعة كبيرة في إجراء هذه التجربة التي نختم بها هذا الكتاب ولعل هذه التجربة وبقيّة تجارب الكتاب ستكون حافزاً لك على مواصلة الدراسة ومواصلة التجارب عن الضوء في كتب ومصادر أخرى .



## تتويجه

تم تصوير التجارب الواردة في هذا الكتاب في مدرسة الجامعة  
الابتدائية المختلطة في تربية بغداد/ الكرخ وبمشاركة مجموعة من  
تلاميذ وتلميذات الصفين الخامس والسادس في المدرسة  
وبإشراف إدارة ومعلمة العلوم فيها .